

Phys. g.

304

γ

Phys. g. 304 ²/₌

Munke

+

<36606367120019

L

<36606367120019

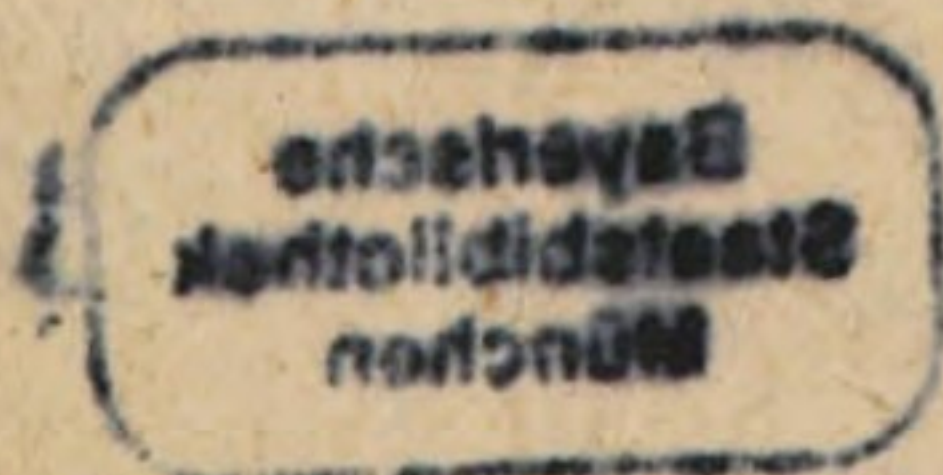
Bayer. Staatsbibliothek

Die ersten
E L E M E N T E
der gesammten
N A T U R L E H R E
zum Gebrauche
für
höhere Schulen und Gymnasien

von
Dr. Georg Wilhelm Muncke
Hofrathe und Professor der Physik zu Heidelberg.

Mit zwei Kupfertafeln.

Heidelberg und Speyer.
Verlag von August Osswald.
1825.



Gedruckt bei
August Ofswald
in Heidelberg.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

V o r r e d e.

Aufgefordert durch einen fleissigen und sehr wissenschaftlichen Schulmann, welchem es mit seinem Unterricht ganz ernst ist, habe ich vor beinahe drei Jahren versprochen, aus meinen Anfangsgründen der Naturlehre einen Auszug für Schulen herauszugeben, bin aber durch viele Arbeiten stets daran gehindert, und konnte auch jezt kaum die dazu erforderliche Zeit erübrigen. Meine genannten Anfangsgründe gehören zwar unter die kürzesten Compendien, allein die aufgenommene reichhaltige Literatur und die vielen Hindeutungen auf noch unausgemachte Hypothesen gehören ganz eigentlich für den akademischen Unterricht. Mit bestimmter Rücksicht auf die Bedürfnisse höherer Schulen, Gymnasien, Realschulen und dergleichen Institute sind dagegen die wenigen Bogen abgefaßt, welche ich hiermit den wissbegierigen Schülern solcher Anstalten übergebe, indem ich bei der Ausarbeitung derselben meine eigenen Erfahrungen über die Art,

den Umfang und die zweckmässigste Einrichtung eines solchen Unterrichts stets vor Augen hatte. Einige Kenntniß der Naturerscheinungen und ihrer Gesetze scheint mir nämlich auch für den Schulunterricht dringend nothwendig, und man sollte sie weniger für Nebensache halten, als meistens der Fall ist, weil bei der Erwerbung derselben nicht bloß gelernt, sondern zugleich eine Uebung im scharfen und bestimmten Nachdenken angestellt wird. Eben deswegen aber schien es mir nothwendig, die Sätze kurz und klar, ohne ausführliche Erläuterungen und Hypothesenkram aufzustellen, indem ich nur dasjenige aufgenommen habe, worüber die besseren Physiker des In- und Auslandes mit einander einverstanden sind.

Hinsichtlich auf den Gebrauch dieser ersten Elemente kommt zunächst der Schüler in Betrachtung, welcher sich selbst versuchen kann, ob und wie weit er die, überall im Zusammenhange stehenden Sätze durch eigenes Nachdenken zu verstehen und zu begreifen im Stande ist, wobei das Vertrauen auf die Richtigkeit der Sachen und Bestimmtheit des Ausdrucks gegen die Furcht vor einer unnöthig aufgewandten Mühe sichert. Schwierige mathematische Formeln sind vermieden, indess habe ich absichtlich so viel aus den Elementen der Mathematik aufgenommen, als erforderlich ist, um einerseits die Nothwendigkeit dieser, für den Schulunterricht gleichfalls so höchst wichtigen

Wissenschaft zu zeigen, anderntheils dem Schüler Gelegenheit zu geben, um sich selbst zu prüfen, wie weit er es in derselben bereits gebracht hat. Was bei solchen zweckmäßigen Vorbereitungen dunkel bleibt, wird der erfahrene Lehrer mündlich erläutern.

In Beziehung auf diesen letztern muß ich bemerken, daß das Compendium, seiner Kürze ungeachtet, dennoch sehr reichhaltig ist, indem von mir absichtlich nichts Wesentliches übergangen wurde. Wer also sich mit Naturlehre nicht in einem gewissen Sinne viel zu beschäftigen Gelegenheit und Beruf hatte, darf sich nicht scheuen zu gestehen, daß ihm von manchen Dingen nicht mehr bekannt sey, als was das Compendium enthält, welches noch dazu die experimentale und angewandte Naturlehre umfaßt, auch ist es vortheilhaft, dem Vorurtheile zu begegnen, als habe der Schüler sich durch das Verstehen dieser Elemente schon eine genügende Kenntniß der Naturlehre erworben, da doch dem tiefer eingehenden akademischen Unterrichte noch vieles vorbehalten bleibt, obgleich es gewiß höchst vortheilhaft ist, auch in dieser Wissenschaft nicht ganz unvorbereitet die höhere Lehranstalt zu betreten. Uebrigens wird mein größeres Compendium, aus welchem, namentlich im dritten Theile, vieles selbst wörtlich aufgenommen werden mußte, und dessen Paragraphen mit denen in diesem kleineren genau übereinstimmen, dem Lehrer vieles zur weiteren

Erläuterung darbieten. Vollständigkeit läßt sich indeß auch von jenen nicht erwarten, und man kann diese mit Grunde nur in einem Werke von demjenigen Umfange suchen, wie die neue Bearbeitung des Gehler'schen Wörterbuchs durch die vereinten Bemühungen mehrerer Gelehrten sie zu liefern vermag.

Meine Absicht ist, in jeder Hinsicht nützliche und wichtige Kenntnisse allgemeiner zu verbreiten, und Uebung im gründlichen Studiren und ernstern Nachdenken zu befördern. Je mehr ich diese erreichen werde, um so lieber wird es mir seyn, mich bei anderweitigen vielen Arbeiten auch dieser unterzogen zu haben.

Heidelberg, in den Osterferien

1825.

Der Verfasser.

Vorläufige Bestimmungen.

§. 1. Naturlehre heißt die Lehre von der Natur, und begreift die Kenntniss der letztern an sich und der in ihr wirksamen Gesetze.

§. 2. Im weitesten Sinne des Wortes gehört daher zur Naturlehre sowohl die Kenntniss der Himmelskörper (Astronomie), der Erde im Allgemeinen (Geognosie), und der drei Naturreiche (Zoologie, Botanik, Mineralogie), als auch die Erforschung der Veränderungen, welche wir in der Natur beobachten, und ihrer Gesetze (Physik oder Naturlehre im engeren Sinne, Chemie, Physiologie).

§. 3. Alle diese Abtheilungen stehen mit einander im innigsten Zusammenhange.

§. 4. Die Naturlehre oder Physik im engeren Sinne untersucht die allgemeinen Gesetze, nach welchen die zahllosen Veränderungen in der Körperwelt vorgehen, und die ihnen zum Grunde liegenden Ursachen.

§. 5. Man unterscheidet theoretische und Experimental-Physik. Indefs gibt es keine gründliche Experimentalphysik ohne theoretische Untersuchungen, und keine theoretische Naturlehre, welche nicht auf eigene oder fremde Experimente gestützt wäre.

§. 6. Die Gesetze der Natur sind erkannt und werden noch stets erforscht durch *Beobachtungen* und *Versuche*. Erstere werden mit freien oder mit bewaffneten

Sinnen angestellt, Letztere meistens vermittelt vielfacher Instrumente und Apparate.

§. 7. Wenn man die Gesetze der Natur wissenschaftlich erforscht, und nach ihrem eigentlichen Wesen und innern Zusammenhange zu erkennen sucht; so heisst dieses *Naturphilosophie*.

Die ächte Naturphilosophie wird bald zu der Ueberzeugung führen, wie wenig wir noch von der Natur selbst und ihren eigentlichen Gesetzen kennen. Alle Bemühungen derjenigen Naturphilosophen dagegen, welche die Naturgesetze durch blofse Speculation zu erkennen versuchten, blieben ganz ohne reellen Erfolg. Ueberhaupt ist es noch sehr fraglich, ob die Menschen, aller angestregten Bestrebungen und glänzenden Entdeckungen ungeachtet, die Natur und ihre Gesetze schon hier kennen zu lernen fähig oder nur bestimmt sind.

§. 8. Jedes Naturgesetz, welches aus den Erscheinungen gefolgert wird, bleibt so lange eine Hypothese, bis es als völlig ausgemacht erkannt ist.

§. 9. Das Studium der Natur und ihrer Gesetze ist *nothwendig*, weil wir hierdurch die Mittel kennen lernen müssen, der Natur dasjenige in reicherm Maafse abzugewinnen, was wir zum Unterhalte und zur grössern Bequemlichkeit des Lebens bedürfen. Den hieraus erwachsenden Nutzen kann man den *objectiven* nennen, und er zeigt sich auffallend in den Erweiterungen der Agricultur, Technologie, Nautik u. s. w.

§. 10. Zugleich ist dasselbe aber auch *subjectiv* nützlich, weil es 1) den Verstand schärft; 2) gegen Aberglauben schützt und 3) zur Erkenntniß und Verehrung des höchsten Urhebers aller Dinge behülflich ist.

ad 1) An keinem Gegenstande kann das Nachdenken besser geübt werden, als an den wahren und an sich vollkommenen Gesetzen der Natur. Falsche Schlüsse finden hierbei am leichtesten und sichersten einen Prüfstein an der Erfahrung und der unwandelbaren Ordnung der Welt.

ad 2) Zahllose Irrthümer und Wirkungen des Aber-

glaubens sind schon durch eine richtigere Kenntniss der Natur verbannt.

ad 3) Es ist falsch, dass ein gründliches Studium der Natur zum Zweifeln in Gegenständen des religiösen Glaubens führen sollte. Vielmehr muss das Gefühl des Unvermögens, die ewigen Gesetze der Natur genau zu ergründen, verbunden mit der Betrachtung der unermesslichen Fülle und Grösse der Erscheinungen, nebst der Regelmässigkeit, Bestimmtheit und Schärfe der schon erkannten Gesetze die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit des Glaubens in den Lehren der Religion verstärken, und zwar um so mehr, je lebhafter wir uns von der unermesslichen Grösse der Welt überzeugen. Eben daher forderte auch der Stifter der christlichen Religion, dass die Menschen den Urheber der Welt aus seinen Werken erkennen sollten.

§. 11. Das Studium der Naturwissenschaften machte allezeit um so grössere Fortschritte, je mehr man sich bemühte, durch genaue Beobachtungen und Versuche die Summe der ausgemachten Erfahrungen zu vermehren.

Ausser den älteren Philosophen haben sich um die Kenntniss der Natur vorzüglich verdient gemacht *Nicolaus Copernicus* (1472 — 1543), *Tycho de Brahe* (1546 — 1601), *Kepler* (1571 — 1630), *Galileo Galilei* (1564 — 1641), *Evangelista Torricelli* (1618 — 1647), *Pascal* (1625 — 1662), *Franz Baco von Verulam* (1560 — 1626), *Renatus Cartesius* (1596 — 1650), *Huyghens* (1624 — 1695), *Otto v. Guericke* (1602 — 1686), *Robert Boyle* (1626 — 1691), *Isaak Newton* (1642 — 1727) und *Leibnitz* (1646 — 1716).

Unter den Erweiterern und Begründern der Naturlehre aus dem vorigen Jahrhunderte verdienen vorzüglich *Cavendish*, *Priestley*, *Franklin*, *Hutton*, *Lavoisier*, *Lambert*, *Euler*, *Tobias Mayer* und *de la Place* genannt zu werden.

Erste Abtheilung.

Wägbare Körper.

I. Allgemeine Betrachtungen.

§. 12. Bei der Aufsuchung der Naturgesetze unterscheidet man den Raum, welchen die Geometrie mißt; das den Raum Erfüllende oder die Materie, und die in einen begrenzten Raum eingeschlossene Materie oder den Körper von der Ursache, welche Veränderungen hervorbringt, oder der Kraft.

§. 13. Die Begriffe von allen diesen genannten Objecten unserer Untersuchungen erhalten wir durch die Sinne, durch Anschauung.

Was die Materie an sich sei, und ob es nur Eine Grundmaterie giebt, welche sich dann in den verschiedenen Körpern unter verschiedenen Modificationen zeigen müßte, ist schwer zu entscheiden, für die Erforschung der Naturgesetze aber unwesentlich.

Die beiden vorzüglichsten physicalischen Systeme sind 1) das atomistische, welches annimmt, daß die verschiedenen Körper aus verschiedenen Grundbestandtheilen, oder Atomen, bestehen, deren Größe und Beschaffenheit bisher noch nicht erforscht ist; 2) das dynamische, von *Immanuel Kant* begründete, wonach die Existenz der Materie durch zwei entgegengesetzte Grundkräfte, die Ziehkraft und Dehnkraft bedingt seyn soll. Die Nachfolger *Kant's* haben später angenommen, alle Erscheinungen in der Natur berubeten auf dem Conflict dieser beiden Kräfte. Bloß in Deutschland hat das dynamische System Anhänger gefunden.

§. 14. Insofern die Materie entweder an sich, oder mindestens nach unserer Vorstellung den Raum erfüllt, im Raume ist, muß sie ausgedehnt seyn; denn wie klein auch der Raum seyn mag, so hat er doch Ausdeh-

nung, ein unendlich kleiner Raum aber ist ein mathematischer Punkt und kein Gegenstand des Messens mehr. Undurchdringlich aber muß die Materie seyn, weil in demselben Raume, welchen ihre kleinsten Theile einnehmen, nicht zugleich die Theile eines andern Körpers als existirend vorstellbar sind.

§. 15. Die Materie, als solche, hat in sich keine Ursache irgend einer Veränderung. Dasjenige, was diese letztere hervorbringt, nennen wir Kraft, messen es nach der hervorgebrachten Wirkung, ohne daß jedoch irgend eine Erscheinung uns berechtigt, irgend eine Kraft in der Natur für sich bestehend anzunehmen.

Das Gebiet des Geistigen ist von diesen Bestimmungen ausgeschlossen.

§. 16. Ehe wir die Frage mit Sicherheit beantworten können, wie viele Kräfte und materielle Grundstoffe es giebt, müssen wir erst die ganze Natur und alle ihre Gesetze kennen, wovon wir noch weit entfernt sind.

§. 17. Eine sehr allgemeine, vielleicht ganz allgemein der Materie zukommende und von ihr unzertrennliche Kraft ist die Attraction oder Anziehung, wonach materielle Stoffe und die Körper nach gegenseitiger Verbindung streben.

Folgen dieser Kraft sind die Gravitation der Himmelskörper, die Schwere, und die gegenseitige Anziehung größerer oder kleinerer Massen. In allen diesen Fällen wirkt die Anziehungskraft dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional. Daß die Wärme die erhitzten Körper nur allmählig verläßt, das Licht in den Phosphoren (§. 96.) gebunden erscheint, die Electricität auf isolirten Conductoren angehäuft wird, und der Magnetismus sich in einigen Körpern bleibend erhält, läßt sich mit einigem Grunde auf das allgemeine Gesetz der Anziehung zurückführen. Jedoch kennen wir die letztgenannten Potenzen noch zu wenig, um mit Bestimmtheit über ihr Wesen zu entscheiden.

§. 18. Wahrscheinlich wird das allgemeine Gesetz

der Anziehung zwischen den Bestandtheilen der Körper durch den Einfluß der Wärme dahin modificirt, daß dieselben theils als fest, theils als flüssig, theils als expansibel oder elastisch flüssig erscheinen.

Daß dieser verschiedene Zustand der Körper nicht in ihrem Wesen oder in der Beschaffenheit ihrer Bestandtheile gegründet sey, sondern in gewissen Verhältnissen dieser letzteren gegen einander und in dem Einflusse des äußern Druckes, zeigt sich deutlich durch das Festwerden zweier tropfbarer Flüssigkeiten bei ihrer Vermischung. Wenn man nämlich an der Luft zerflossenen salzsauren Kalk und mit der Hälfte Wassers verdünnte Schwefelsäure zusammengießt; so bleibt die Masse nicht tropfbar flüssig. Dagegen werden Chlorgas, kohlen saures Gas, Ammoniakgas, Salpetergas u. a. durch starke Compression tropfbar flüssig. Es giebt indess keinen Körper, welcher nicht allein oder in Verbindung mit andern durch die höchsten Grade der Hitze flüssig und meistens auch in Dampf verwandelt werden könnte.

§. 19. Der Raum läßt sich ins Unendliche (dem Begriffe nach) theilen, und denkt man sich in dem so getheilten Raume einen Körper; so wird auch diesen die unendliche Theilung treffen. Aus dieser bloßen Construction der Begriffe selbst folgt aber keine wirkliche Theilung irgend eines Körpers ins Unendliche; und die Erfahrung ergiebt bloß, daß viele Körpertheile über unsere Vorstellung klein sind.

Bei dieser Demonstration darf nicht übersehen werden, daß man sich nur eine stets fortgehende, nie aufhörende, folglich stets kleinere Theile gebende Theilung vorzustellen vermag, indem strenge genommen das Unendlichkleine kein Gegenstand der Vorstellung ist, auch die größt meßbare Menge unendlich kleiner Theile keine meßbare Gröfse giebt.

Beispiele sehr weit gehender Theilung geben dünne Goldblättchen, färbende Theilchen Carmin, das Fär-

ben von einem Maafs Wasser mit wenigen Körnchen Kochsalz vermischt, durch einen Tropfen salpetersauren Silbers, die riechbaren Theilchen des Moschus u. dgl. m.

§. 20. Relative Eigenschaften der Körper, deren Grund noch nicht gehörig erkannt ist, sind Dichtigkeit, Porosität, Elasticität und Sprödigkeit.

Alle Körper werden durch Verminderung der Temperatur dichter. — Bei einem unter Wasser liegenden Ey unter der Luftpumpe lassen sich die Poren seiner Schale nachweisen. — Ein Körper ist härter als der andere, wenn er ihn ritzt. — Grofse Sprödigkeit zeigen die Glathrünen, grofse Elasticität die Glasfäden.

§. 21. Die Luft- und Gasarten, welche sich stets in einen engern Raum zusammenpressen, und, wie auch die Dämpfe, in jeden gröfsern Raum ausdehnen lassen, nennt man elastische oder expansible Flüssigkeiten.

II. Bewegungsgesetze fester Körper.

§. 22. Jeder Körper ist an einem Orte, und dieser ist, für sich betrachtet, der absolute, in Beziehung auf andere Körper, der relative.

§. 23. Veränderung des Ortes ist Bewegung, und diese, für sich betrachtet, absolute, in Beziehung auf andere Gegenstände, relative Bewegung.

§. 24. Bewegung und Ruhe sind ferner bald einzeln, bald gemeinschaftlich.

§. 25. Bey der Bewegung ist zu berücksichtigen

- a) die Zeit der Dauer,
- b) der durchlaufene Raum,
- c) die bewegende Kraft,
- d) die Richtung,
- e) das *Medium*, worin die Bewegung stattfindet.

Die Vergleichung der Zeit und des durchlaufenen Raumes giebt die Geschwindigkeit. Heißt allgemein

die Zeit T , der Raum S , die Geschwindigkeit C , so ist $C = \frac{S}{T}$. Hiernach ist ferner die Bewegung gleichförmig oder ungleichförmig, und die letztere wieder gleichmäfsig oder ungleichmäfsig beschleunigt oder vermindert.

§. 26. Weil die Materie an sich und ohne eine hinzukommende bewegende Kraft keinen Grund weder der Bewegung noch der Ruhe enthält (§. 15.): so nennt man sie träge, das heifst, sie wird stets in dem ihr gegebenen Zustande der Ruhe und der Bewegung beharren, und zugleich einer jeden bewegenden Ursache einen so viel stärkeren Widerstand entgegensetzen, je gröfser ihre Masse und die ihr zu ertheilende Geschwindigkeit ist.

Beispiele der Trägheit geben das Schwungrad, das Zerschlagen von Steinen in der Hand, das Hinauftreiben einer Axt auf ihren Stiel u. s. w. Die grofse Gegenwirkung des Wassers zeigt sich bei einer Glathräne, welche in einem mit Wasser gefüllten dicken Zuckerglase zer springend dasselbe in zahllose Splitter zerschellt.

§. 27. Wirkt nur eine Kraft auf einen Körper: so giebt die Richtung derselben seine Bahn. Zwei einander gerade entgegengesetzte Kräfte vernichten einander um gleiche Gröfsen; sind sie einander nicht entgegengesetzt, und zugleich wirkend, so ist ihre Diagonale die Bahn des Körpers. Bei mehreren Kräften sucht man die gemeinschaftliche Diagonale aller. Wirkt auf einen in einer gewissen Richtung bewegten Körper eine stetige Kraft in einer andern Richtung als in der ihm gegebenen; so ist die Bahn eine krumme Linie.

Die Bahn eines Körpers nennt man diejenige Linie, welche der Schwerpunkt desselben bey der Bewegung durchläuft.

Die Entstehung der Diagonale kann man deutlich machen, wenn man annimmt, dafs die beiden von A nach B und C fig. 1. wirkenden Kräfte abwechselnd in immer kleinern Zeiträumen einzeln wirken, wonach der Kör-

per durch die Wirkung der einen die Räume $A. a$; $a b$; βc u. s. w., durch die Wirkung der andern die Räume $a \alpha$; $b \beta$; $c \gamma$ u. s. w. durchläuft, welche, verschwindend klein angenommen die Linie $A \alpha \beta \gamma \dots c$. geben.

Nennt man $AB = a$; $AC = b$, den Winkel $BAC = \alpha$: so findet man durch die Trigonometrie die Diagonale $Ac = \sqrt{a^2 + b^2 + ab \cos. \alpha}$. Ist der Winkel α größer als 90° : so wird $\cos. \alpha$, und hierdurch auch das letzte Glied der Gleichung negativ.

Augenfällige Beispiele des Zusammenwirkens von zwei und mehreren Kräften geben das Ziehen der Schiffe, der Rammklötze u. a. Weniger deutlich ist die zusammengesetzte Bewegung beim Herabfallen eines Steines vom Mastkorbe eines Schiffes, beim Fangen eines Balles im Fahren, bei den Sprüngen der Kunstreuter, und bei allen geworfenen Körpern, hauptsächlich wenn man die Bewegung unserer Erde mit berücksichtigt.

Wenn man einen, in einer geraden Linie bewegten, und in dieser Bewegung zu beharren strebenden Körper in jedem unmeßbar kleinen Zeittheilchen von seiner Bahn ablenkt, so muß seine Bahn nothwendig eine Curve seyn.

§. 28. Die gerade Linie, worin ein bewegter Körper sich nach dem Gesetze der Trägheit weiter zu bewegen strebt, bildet mit der Curve, worin er sich dann bewegt, wenn er durch eine stetig wirkende Kraft nach einem gewissen Punkte sollicitirt wird, eine Tangente, und man nennt daher die ihn in einer geraden Linie bewegende Kraft auch Tangentialkraft. Weil hierbei die eine Kraft ihn dem Centro zu nähern strebt, die andere die directe Näherung hindert: so nennt man die eine Centrifugal-, die andere Centripetal - Kraft, beide Centralkräfte.

Die Centralkräfte kommen hauptsächlich bei der Bewegung der Himmelskörper in Betrachtung, welche

Ellipsen beschreiben, indem sie in ihrer Bewegung beharren, und dabei stets gegen einen größeren Körper zu fallen streben. Etwas anschaulich läßt sich die Sache durch einen an einen Faden gebundenen und umgeschwungenen Körper machen, wobei der Faden die Centripetalkraft vorstellen kann. Reißt derselbe, so fliegt der Körper in der Tangente der beschriebenen Curve fort.

§. 29. Weil ein um ein Centrum geschwungener Körper nach dem Gesetze der Trägheit in derjenigen geraden Linie, welche mit seiner krummen Bahn eine Tangente bildet, sich fortzubewegen das Bestreben erhält: so nennt man die Kraft, womit er sich hiernach vom Centrum zu entfernen strebt, die Schwungkraft.

Die in der Mechanik häufig in Anwendung kommende Schwungkraft ist dem Quadrate der Geschwindigkeit directe, und dem Radius des Kreises, welchen der geschwungene Körper um das Centrum beschreibt, umgekehrt proportional. Nennt man daher die Geschwindigkeit $\equiv v$, den Halbmesser $\equiv r$, so ist die Schwung-

$$\text{kraft } k \equiv \frac{v^2}{r}.$$

Alle Körper auf unserer Erde werden durch die Axendrehung der letztern zugleich umgeschwungen. Ist fig. 2. AB die Erdaxe, EC der Halbmesser des Aequators: so können wir uns vorstellen, daß z. B. die auf der Oberfläche der Erde an den Punkten $E, 45^\circ, 60^\circ$. . . befindlichen Körper an den Enden der Linien $EC; 45^\circ b; 60^\circ c$; befestigt um die Erdaxe geschwungen werden. Es sind aber in den rechtwinklichen Dreiecken die Linien $45^\circ \alpha; 60^\circ \beta$ die *sinus*; und $45^\circ b; 60^\circ c$ die *cosinus* der Breite. Weil aber die Kreise sich verhalten wie die Radien, womit sie beschrieben sind, die Geschwindigkeiten aber wie die durchlaufenen Räume oder hier die Kreise (§. 25.), so wird die Schwungkraft sich verhalten, wie das Quadrat der *cos.* der Breite. Nennt man also die Schwungkraft unter

dem Aequator $\equiv k'$: so ist sie für jeden andern Ort auf der Erde $\equiv k' \cos.^2 \text{ lat.}$; sie ist also am stärksten unter dem Aequator, und unter dem Pole $\equiv 0$. Ein Körper fällt in einer Secunde durch einen Raum von 15,13 par. F. $\equiv g$. Weil dieses aber seine Endgeschwindigkeit ist, welche er von der Ruhe anfangend in einer Secunde erhält: so ist seine mittlere, einer Secunde zugehörige Geschwindigkeit $\equiv 2 g$. Vergleicht man die durch den Umschwung erhaltene Schwungkraft mit dieser letztern: so wird $k \equiv \frac{v^2}{r^2 g}$, und wenn man für die Bewegung der Erde hieraus k sucht, so ist diese $\equiv \frac{1}{289,9}$. Es ist aber 15,12 : 289,9 $\equiv 0,052 \dots$ und ein Körper fällt also unter dem Aequator 0,052 ... F. weniger, als er ohne die Schwungkraft gefallen seyn würde, und an jedem sonstigen Orte der Erde $0,052 \dots \cos.^2 \text{ lat.}$ weniger. Es ist endlich $\cos.^2 \text{ lat.} \equiv 1 - \sin.^2 \text{ lat.}$, mithin kann man auch setzen $0,052 \dots (1 - \sin.^2 \text{ lat.})$

§. 30. §. 31. Wenn zwei Körper in ihrer Bewegung gegen einander stoßen, so müssen sie einander von dieser ihrer Bewegung mittheilen. Unter den vielen hierbei möglichen Fällen ist der einfachste, wenn die Bahn, worin sich beide bewegen, eine durch das Centrum derselben gehende gerade Linie ist. Als allgemeines Gesetz läßt sich leicht dieses erkennen, daß die Wirkung eines jeden gegen den andern im Verhältniß der Masse und der Geschwindigkeit stehen wird.

Sind die Körper nicht elastisch; so ist für die Masse und Geschwindigkeit des einen $\equiv M$ und C ; des andern $\equiv m$ und c , die Geschwindigkeit nach dem Stosse

$$c' \equiv \frac{M C + m c}{M + m}, \quad \text{Sind aber die Körper elastisch,}$$

so werden sie durch den Stofs eine Zusammendrückung erleiden, die zusammengedrückten Theile aber mit einer der Zusammendrückung proportionalen Kraft wieder

zurückspringen. Hiernach muß der stossende das Product seiner Masse und Geschwindigkeit unter beide vertheilen, so daß für ihn $c' = \frac{M C}{M + m}$ seyn würde;

der gestofsene aber wird eine dieser Ursache und seiner Masse proportionale Wirkung erleiden, oder für ihn

wird die Geschwindigkeit nach dem Stosse $c'' = \frac{m C}{M + m}$

seyn, welche von jener abgezogen $c' = \frac{(M - m) C}{M + m}$

läßt. Indem aber der gestofsene Körper mit einer seiner Masse und Geschwindigkeit proportionalen Kraft zurückwirkt, beide also eine dieser Gröfse proportionale Reaction ausüben, welche unter beide vertheilt werden

muß, und $= \frac{2 m c}{M + m}$ ist: so wird mit Rücksicht

darauf, daß beide sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegen können, für M die Geschwindigkeit nach dem Stosse $c' = \frac{(M + m) C \pm 2 m c}{M + m}$,

für m aber $c'' = \frac{(m - M) c \pm 2 M C}{M + m}$ seyn. Mit blei-

ernen und elfenbeinernen Kugeln lassen sich diese Gesetze defswegen nur nahe genau nachweisen, weil es

keinen völlig unelastischen und keinen vollkommen elastischen Körper giebt.

§. 32. Wenn ein Körper gegen eine schiefe Fläche stößt, und jener oder diese elastisch ist: so wird er in einer solchen Richtung zurückgeworfen werden, daß der Ausfallswinkel dem Einfallswinkel gleich ist.

Dieses Gesetz wird anschaulich, wenn man berücksichtigt, daß fig. 3. die Kraft, welche den Körper von a nach c bewegt, in $a e$ und $a d$ zerlegt werden kann. Ist der Körper in c angekommen, so wird durch den Widerstand der Ebene $e f$ die Kraft $a e = 0$ und dann negativ, also $= c d$. Aber $a d = c f$, folg-

lich bewegt sich der Körper von c nach b , und beide Diagonalen sind einander gleich und haben gleiche Neigung gegen die gestofsene Ebene.

§. 33. Die vorzüglichste und allgemeinste bewegende Kraft ist die Schwere. Sie ist eine Folge der Anziehung der Erde gegen jeden Körper, welcher sich in geringer Entfernung von ihr befindet, und verursacht das stete Bestreben der Körper in einer Linie zu fallen, welche verlängert in das Centrum der Erde treffen würde. Weil aber die Schwere stetig wirkend ist: so muß die hierdurch erzeugte Bewegung eine beschleunigte seyn, wofür das allgemeine Gesetz gilt, daß für eine Zeit $\equiv t$ in Secunden, und einen der ersten Secunde zugehörigen Fallraum $\equiv g$, allgemein der durchlaufene Raum $S \equiv t^2 g$ ist.

Die Schwere ist das Resultat der Anziehung, welche jeder Körper durch die Erde leidet, und indem diese Ursache bei allen Körpern gleich ist; so ist auch jeder gleich schwer. Weil aber der eine aus mehr angezogenen Theilen besteht, als der andere; so ist die Summe dieser Wirkungen oder der Druck gegen eine Unterlage bei verschiedenen Körpern verschieden. Letzteres heisst das Gewicht, und ist von der Schwere wohl zu unterscheiden.

Das allgemeine Gesetz, daß $S \equiv t^2 g$ ist, hat man auf vielfache Weise bewiesen. Am leichtesten kann man dasselbe versinnlichen, wenn man diejenige Geschwindigkeit, mit welcher der Körper durch das Beharren in der schon erhaltenen Bewegung gewisse Räume durchläuft, von derjenigen trennt, welche er in jedem Zeittheilchen durch die Anziehung aufs neue erhält. Der durch die Erde angezogene Körper nämlich erhält im ersten Zeittheilchen durch die Anziehung eine Bewegung $\equiv 1$ und der durchlaufene Raum ist daher $\equiv 1$. Im zweiten Zeittheilchen erhält er durch fortgesetzte Wirkung der Anziehung noch eine gleiche Geschwindigkeit, so daß er 2 Räume durchläuft, und indem er außerdem in der im ersten Zeittheilchen erhal-

zurückspringen. Hiernach muß der stossende das Product seiner Masse und Geschwindigkeit unter beide vertheilen, so daß für ihn $c' = \frac{M C}{M + m}$ seyn würde;

der gestofsene aber wird eine dieser Ursache und seiner Masse proportionale Wirkung erleiden, oder für ihn wird die Geschwindigkeit nach dem Stosse $c'' = \frac{m C}{M + m}$ seyn, welche von jener abgezogen $c' = \frac{(M - m) C}{M + m}$

läßt. Indem aber der gestofsene Körper mit einer seiner Masse und Geschwindigkeit proportionalen Kraft zurückwirkt, beide also eine dieser Gröfse proportionale Reaction ausüben, welche unter beide vertheilt werden muß, und $= \frac{2 m c}{M + m}$ ist: so wird mit Rücksicht

darauf, daß beide sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegen können, für M die Geschwindigkeit nach dem Stosse $c' = \frac{(M + m) C \pm 2 m c}{M + m}$,

für m aber $c'' = \frac{(m - M) c \pm 2 M C}{M + m}$ seyn. Mit blei-

ernen und elfenbeinernen Kugeln lassen sich diese Gesetze defswegen nur nahe genau nachweisen, weil es keinen völlig unelastischen und keinen vollkommen elastischen Körper giebt.

§. 32. Wenn ein Körper gegen eine schiefe Fläche stößt, und jener oder diese elastisch ist: so wird er in einer solchen Richtung zurückgeworfen werden, daß der Ausfallswinkel dem Einfallswinkel gleich ist.

Dieses Gesetz wird anschaulich, wenn man berücksichtigt, daß fig. 3. die Kraft, welche den Körper von a nach c bewegt, in $a e$ und $a d$ zerlegt werden kann. Ist der Körper in c angekommen, so wird durch den Widerstand der Ebene $e f$ die Kraft $a e = 0$ und dann negativ, also $= c d$. Aber $a d = c f$, folg-

lich bewegt sich der Körper von c nach b , und beide Diagonalen sind einander gleich und haben gleiche Neigung gegen die gestofsene Ebene.

§. 33. Die vorzüglichste und allgemeinste bewegende Kraft ist die Schwere. Sie ist eine Folge der Anziehung der Erde gegen jeden Körper, welcher sich in geringer Entfernung von ihr befindet, und verursacht das stete Bestreben der Körper in einer Linie zu fallen, welche verlängert in das Centrum der Erde treffen würde. Weil aber die Schwere stetig wirkend ist: so muß die hierdurch erzeugte Bewegung eine beschleunigte seyn, wofür das allgemeine Gesetz gilt, daß für eine Zeit $\equiv t$ in Secunden, und einen der ersten Secunde zugehörigen Fallraum $\equiv g$, allgemein der durchlaufene Raum $S \equiv t^2 g$ ist.

Die Schwere ist das Resultat der Anziehung, welche jeder Körper durch die Erde leidet, und indem diese Ursache bei allen Körpern gleich ist; so ist auch jeder gleich schwer. Weil aber der eine aus mehr angezogenen Theilen besteht, als der andere; so ist die Summe dieser Wirkungen oder der Druck gegen eine Unterlage bei verschiedenen Körpern verschieden. Letzteres heisst das Gewicht, und ist von der Schwere wohl zu unterscheiden.

Das allgemeine Gesetz, daß $S \equiv t^2 g$ ist, hat man auf vielfache Weise bewiesen. Am leichtesten kann man dasselbe versinnlichen, wenn man diejenige Geschwindigkeit, mit welcher der Körper durch das Beharren in der schon erhaltenen Bewegung gewisse Räume durchläuft, von derjenigen trennt, welche er in jedem Zeittheilchen durch die Anziehung aufs neue erhält. Der durch die Erde angezogene Körper nämlich erhält im ersten Zeittheilchen durch die Anziehung eine Bewegung $\equiv 1$ und der durchlaufene Raum ist daher $\equiv 1$. Im zweiten Zeittheilchen erhält er durch fortgesetzte Wirkung der Anziehung noch eine gleiche Geschwindigkeit, so daß er 2 Räume durchläuft, und indem er außerdem in der im ersten Zeittheilchen erhal-

tenen Geschwindigkeit beharret, so durchläuft er hiernach noch einen Raum, zusammen also 3, und wenn man die Summe der in 2 Zeittheilchen durchlaufenen Räume nimmt; so giebt dieses 4. Setzt man dieses auf gleiche Weise fort; so erhält man folgende Gröſſen.

Zeit- Räume durch Räume durch Summe Summe der ges.
theilchen Anziehung. Beharrung. derselben. Raumtheilchen.

1tes	1	0	1	1
2 -	2	1	3	4
3 -	3	2	5	9
4 -	4	3	7	16
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
ntes	n	$n-1$	$2n-1$	n^2

Hiernach ist also $S = t^2 g$.

Es ist oben §. 29. gezeigt, daß für eine Secunde die mittlere Geschwindigkeit eines fallenden Körpers $= 2g$ oder der doppelte Raum ist, welchen er in einer Secunde lothrecht herabfällt; denn da er von 0 anfängt, und mit g endigt; so ist seine mittlere Geschwindigkeit die Hälfte dieser Gröſſe. Die Geschwindigkeit wächst

aber mit der Zeit, oder $C = 2gt$, also $t = \frac{C}{2g}$

Weil aber $S = t^2 g$; so ist $t = \sqrt{\frac{S}{g}}$; also aus bei-

den: $\frac{C}{2g} = \sqrt{\frac{S}{g}}$; und $C = 2\sqrt{gS}$ und $S = \frac{C^2}{4g}$

Es ist sehr wichtig nicht zu vergessen, daß jeder Körper auf der Erde, welche auch immer seine Bewegung seyn mag, dem Einflusse der Schwere folgen muß, so fern er nicht durch eine feste Unterlage hieran gehindert wird. Die wichtigsten Anwendungen hiervon sind:

1) Wenn ein Körper lothrecht in die Höhe geworfen wird; so muß er von dem nach dem Gesetze der Trägheit mit stets gleichbleibender Geschwindigkeit zurück-

zulegendem Raume so viel verlieren, als er frei fallend herabgefallen seyn würde. Wäre er z. B. mit einer Geschwindigkeit von 100 Fufs in einer Secunde in die Höhe geworfen: so würde er (den Widerstand der Luft nicht mitgerechnet) in der ersten Secunde $100 - 15 = 85$ F.; in der zweiten $100 - 3 \times 15 = 55$ F., u. s. w. steigen. Hiernach wird sein Aufsteigen zuletzt $= 0$ werden, dann wird er mit beschleunigter Geschwindigkeit wieder herabfallen, im Ganzen also die doppelte Zeit des Fallens gebrauchen, und mit gleicher Geschwindigkeit unten wieder ankommen, als mit welcher er anfangs geworfen wurde.

2) Wenn er in horizontaler Richtung mit was immer für einer Geschwindigkeit geworfen wird: so wird er der letzteren ungeachtet eben so tief herabfallen, als ein frei fallender Körper, folglich in der nämlichen Zeit als der letztere auf einer horizontalen Ebene ankommen. Eine horizontal geschossene Kugel wird daher, wenn sie $\frac{1}{2}$ Secunde gebraucht, um die Scheibe zu erreichen $\frac{1}{2}^2 g$, oder $\frac{1}{4} \times 15,13$ F. herabsinken. Die Bahn, welche er beschreibt, ist die apollonische Parabel fig. 4. indem $A I.$; $A II.$, ... die in gleichen Zeiten zurückgelegten horizontalen Räume; A_1 , A_2 , A_3 ... aber die den Quadraten dieser Zeiten proportionalen Fallräume bezeichnen.

3) Auf gleiche Weise wird ein in einem beliebigen Winkel mit der Horizontalebene geworfener Körper eben so viel, als jener, lothrecht herabfallen, also wie der freifallende im 1ten Zeittheilchen 1; im 2ten Zeittheilchen 3^0 Räume, und sofort nach der Reihe der ungeraden Zahlen 1; 3; 5; 7; 9.... durchlaufen und nach der Zeit t wird er sich um den Raum $t^2 g$ unter demjenigen Orte befinden, wo er bei fortgesetzter geradliniger Bewegung gewesen seyn würde. Hierbei bildet seine Bahn die beiden gleichen Schenkel einer Parabel. fig. 5 zeigt seine Bahn und in g ; β ; δ ; ... die Oerter, von welchen er in jedem folgenden Zeittheilchen herabgefallen gedacht werden kann.

Hierauf beruhet die Theorie der Wurf Waffen, oder die Ballistik. Indefs ist wohl zu berücksichtigen, daß alle diese angegebenen Gesetze bloß für die Bewegung im leeren, also widerstandlosen Raume gelten. Den Widerstand der Luft mitzuberechnen gehört zu den schwersten geometrischen Problemen.

§. 34. Die Schwere, als unmittelbare Folge der Anziehung durch die Erde muß abnehmen, so wie die Quadrate der Entfernung von der Oberfläche der Erde zunehmen.

Newton fand, daß die Anziehung der Materie allgemein der Masse derselben direct und dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional sey. Man nennt dieses seitdem das Newtonsche Gravitationsgesetz. Nennt man daher den Halbmesser der Erde r , die Erhebung über die Oberfläche x , die Schwere im Niveau des Meeres

p , in der Höhe x aber p' ; so ist $p' = p \frac{1}{(1 + \frac{x}{r})^2}$

Die Oberfläche der Erde unter dem Aequator ist weiter vom Mittelpunkte derselben entfernt, als unter den Polen, und die Schwere ist dort daher geringer. Durch Rechnung hat man gefunden, daß ein Körper unter dem Aequator in der ersten Secunde 0,05 F. weniger, als unter dem Pole fallen würde. Auch diese Abnahme, eben so als die in §. 29. als Folge der Schwungkraft angegebene, verschwindet nach den Polen hin, wie die Quadrate der Breitengrade zunehmen, oder ist $0,05 (1 - \sin^2 \text{lat.})$ Wird also die Fallhöhe in einer Secunde, als Wirkung der Schwere, unter dem Pole $= 15,43$ F. angenommen, diese aber durch die Schwungkraft (§. 29.) um 0,052 F. und durch die Ellipticität um 0,05 F. unter dem Aequator verringert; so beträgt sie dort 15,028 F. Eine genauere Bestimmung der Fallhöhe in einer Secunde geben die Pendelbeobachtungen.

§. 35. Wenn ein Körper auf einer gegen den Horizont geneigten, oder schiefen Ebene herabfällt, so wird er durch diese nur zum Theil unterstützt seyn,

und daher nicht mit seinem ganzen Gewichte herabfallen

Es sey fig. 6. AB eine horizontale Ebene, CB die geneigte Ebene, ABC der Neigungswinkel $\equiv \nu$; so ist für die Kugel cb die lothrechte oder Fall-Linie, welche als eine Diagonale in ce und ca zerlegt werden kann. Die erstere, welche auf die Ebene CB normal ist, wird durch den Widerstand derselben $\equiv 0$, und es bleibt daher nur ca als das Maafs der Kraft, womit die Kugel herabfällt. Es ist aber ca , oder der Theil der Kraft, womit die Kugel zu fallen strebt, zu cb , wonach sie frei fallen würde, wie im ähnlichen Dreiecke $CA : CB$, oder wie die Höhe der geneigten Ebene zu ihrer Länge, und da $CA : CB \equiv \sin \nu : \text{rad.}$; so wird die Kugel mit einer Kraft zu fallen streben, welche ihrem wirklichen Gewichte multiplicirt mit dem Sinus des Neigungswinkels gleich ist, oder $p' \equiv p \cdot \sin \nu$.

Es folgt hieraus, dafs man das Gewicht einer Last, welche bergan, oder auf der geneigten Ebene bewegt werden soll, nicht ganz zu überwinden nöthig hat. Heifst das wirkliche Gewicht der Last p das zu überwindende p' ; so ist $p' \equiv p \cdot \sin \nu$, wenn der Zug der Oberfläche der Ebene parallel ist, und $p' \equiv p \cdot \text{tang. } \nu$, wenn er der Basis parallel ist.

Die bekanntesten Anwendungen dieses Gesetzes für die geneigte Ebene sind der Keil (zwei mit ihrer Grundfläche auf einander liegende geneigte Ebenen, welche gegen die Last bewegt werden), die Schraube (eine um einen Cylinder gewundene geneigte Ebene) und das Pendel.

Zieht man in fig. 6. auf CB die Linie AD normal; so erhält man ein kleineres, dem gröfseren ähnliches Dreieck, worin $CD : CA \equiv CA : CB$. Es wird also ein Körper in derselben Zeit das Stück CD der geneigten Ebene durchlaufen, in welcher er von C nach A lothrecht herabfällt. Denkt man sich die Figur umgekehrt, so giebt fig. 7 das Stück ADC derselben, und

es würde also ein Körper in eben der Zeit auf der Chorde DC herabfallen; in welcher er durch AC lothrecht herabfällt. Bindet man einen schweren Körper an den dünnen Faden eD , hebt ihn in die Lage D , und läßt ihn fallen; so wird er den Bogen DC durchlaufen, welcher von der Chorde um so weniger verschieden ist, je kleiner beide sind. Der Körper wird dann nach dem Gesetze der Trägheit bis E aufsteigen, und von hier aufs Neue einen einfachen Schwung bis D machen, u. s. w. Ist dann $eC = \frac{1}{2} AC$ die Länge des Pendels $= L$, die Zeit, in welcher die halbe Schwingung DC vollbracht wird $= t$; so muß nach den Fallgesetzen

$$t^2 g = 2 L \text{ oder } t = \sqrt{\frac{2 L}{g}}, \text{ also für die einfache}$$

$$\text{Schwingung von } D \text{ bis } E \text{ die Zeit } t = \sqrt{\frac{2 L}{g}} \text{ seyn.}$$

Indem also die Schwingungszeiten des Pendels durch das unabänderliche Gesetz der Schwere bestimmt werden, so darf man ein Pendel nur mit einer Maschine verbinden, welche dem Pendel jederzeit einen kleinen Impuls giebt, um dasjenige zu ersetzen, was seiner Bewegung durch die Reibung und den Widerstand der Luft genommen wird, damit es nicht stillsteht, und welche zugleich die Schwingungen mechanisch zählt; so hat man eine Uhr. Hierbei muß aber die Länge desselben, L , stets unveränderlich seyn, und man macht die Pendelstangen daher am besten von Holz, oder von verschiedenen Metallstangen, von denen die eine die Ausdehnungen oder Zusammenziehungen der andern ersetzt. Die letztern heißen Compensationspendel oder wegen ihrer rostförmigen Gestalt auch Rostpendel.

Die gewöhnlichen Uhrpendel sind Secundenpendel, deren Länge für den 45ten Grad der Breite 440,3998 par. Lin. beträgt. Nach dem Aequator hin werden sie wegen abnehmender Schwere kürzer, nach dem Pole hin länger. Indem in der oben gegebenen Formel für

die Pendelschwingungen, nämlich $t = 2 \sqrt{\frac{L}{g}}$ alle Gröſſen unter gleichen Breiten gleich bleiben; so wird für Pendel, welche in anderen Zeiten als in Secunden schwingen sollen, $t : t' = \sqrt{L} : \sqrt{L'}$ oder $t^2 : t'^2 = L : L'$. Nimmt man das Secundenpendel als Einheit; so muß man die Zeit quadriren, um ein Pendel für sie zu erhalten. Sonach ist ein Pendel für halbe Secunden $= \frac{1}{2}^2 \times 440,3998$, für Minuten aber $60^2 \times 440,3998$ Lin. Man kann also alle möglichen Zeiteintheilungen durch das Pendel erhalten.

Aus der Formel folgt weiter, daß, wenn t und L bekannt sind, man g , oder den freien Fall eines Körpers in einer Secunde finden kann. Hieraus ist für den 45sten Grad der Breite $g = 15,093224$ par. F. gefunden, wofür man 15,1, oder wegen des Widerstandes der Luft 15 F. nehmen kann.

Weil endlich dieses merkwürdige Werkzeug die Wirkung der Schwere völlig genau ausdrückt; so muß man durch dasselbe diese letztere an den verschiedenen Orten der Erde finden, und hiernach die Gestalt und örtliche Dichtigkeit derselben bestimmen können.

§. 36. Bei der Untersuchung der Bewegungsgesetze fester Körper denkt man sich die ganze Schwere derselben in einem Punkte vereinigt, und nennt diesen den Schwerpunkt. Diejenige Linie, welche dieser Punkt beim freien Falle der Körper beschreibt, heißt die Falllinie, und ein Körper wird dann nicht fallen können, wenn die (lothrechte) Linie auf eine feste Ebene normal gerichtet ist.

Bei vielen Körpern wird der Schwerpunkt leicht gefunden, z. B. bei der Kugel, der Scheibe, dem Parallelepipedon u. a.; bei andern ist das Auffinden desselben schwierig.

Ein Körper ruhet so lange, als eine durch seinen Schwerpunkt gehende lothrechte Linie auf einen Punkt seiner Unterstützung trifft, fällt aber, sobald jene über

diesen hinausgeht, es sei denn, daß er sich in steter rotirender Bewegung befindet. Die Unterstützung ist so viel vollkommener, je größer die unterstützende Ebene ist. Fällt der Schwerpunkt unter den Unterstützungspunkt; so ist das Fallen unmöglich.

§. 37. Ist ein beweglicher fester Körper in irgend einem Punkte so ruhend oder befestigt, daß seine Theile sich um denselben bewegen können; so geschieht diese Bewegung nach den Gesetzen des Hebels, bei welchem der Unterstützungspunkt (*Hypomochlium*), die Hebelarme und die bewegten Lasten unterschieden werden. Das allgemeine Gesetz des Hebels ist, daß die Lasten sich umgekehrt verhalten, wie die Längen der Hebelarme. Bezeichnen also P und p die Lasten, L und l die Längen der Hebelarme, so ist das Gleichgewicht hergestellt, wenn $p L = P l$.

Einen mathematischen Hebel nennt man eine nicht schwere unbiegsame Linie, welche um einen Punkt durch gewisse auf ihre Enden wirkende Kräfte beweglich ist. Beim physischen, aus einer an sich schon schweren Stange gebildeten Hebel wird das Gewicht jedes Armes im Schwerpunkte desselben befindlich angenommen, und der bewegenden Last hinzuaddirt.

Das Gesetz des Hebels wird am leichtesten anschaulich durch fig. 8. Sind nämlich $AH = HB$ die beiden gleichen Arme des mathematischen Hebels, welcher in H unterstützt ist, und bezeichnen $\alpha, \beta, \gamma, a, b, c, d, e$ gleiche Lasten in gleichen Entfernungen vom *Hypomochlium*; so muß der Hebel im Gleichgewicht seyn, weil kein Grund vorhanden ist, warum der eine oder der andere Hebelarm herabsinken sollte. Werden dann die Lasten α, β und γ in s ; die Lasten a, b, c, d und e aber in S vereinigt; so muß dieses Gleichgewicht fort dauern. Vergleicht man aber die Entfernungen des s und S vom *Hypomochlion* H ; so sind sie $= 5$ und 3 . Es sind aber die Lasten in $S = 5$ in $s = 3$, also ist $5 \times 3 = 3 \times 5$ oder $p L = P l$.

Wichtig ist ein Gesetz, welches durch fig. 9 anschau-

lich wird. Sind nämlich die ungleichen Hebelarme ac , cb durch die ungleichen Lasten P und p im Gleichgewichte und werden in die Lage $\alpha \beta$ gebracht; so verhält sich $a\alpha : ac = b\beta : bc$, oder die durchlaufenen Räume verhalten sich wie die Längen der Hebelarme. Es sind aber diese letzteren den zu bewegendes Lasten umgekehrt proportional, und man kann daher mit einer kleinen Last eine beliebige gröfsere bewegen, jedoch mufs die kleinere einen im gleichen Verhältnisse gröfseren Raum durchlaufen.

Bildet der eine Hebelarm mit dem andern einen Winkel bei parallel wirkenden Lasten, oder wirken die letzteren schief auf den geradlinigen Hebel; so kann man diese Richtungen stets als die Diagonale zweier Kräfte ansehen, deren eine verschwindet, und es ist daher in fig. 10 das Gleichgewicht wieder hergestellt, wenn man die corrigirte Länge des Winkelhebels $l' = l \cdot \sin. \nu$ nimmt; in fig. 11. aber wenn $L \cdot \sin. \nu \cdot p = l \cdot \sin. \omega \cdot p'$ ist.

§. 38. Die Gesetze des Hebels kommen bei dem gesammten Maschinenwesen in Anwendung, wobei Hebel und geneigte Ebene Fundamentalmaschinen sind. Am nächsten kommen dieselben in Betrachtung beim Hebebaume, der Rolle, dem Rade an der Welle, dem Flaschenzuge, der Waage, dem Rade und Getriebe, dem Tretrade und der Tretscheibe, und aufser den eigentlichen Maschinen noch bei der Scheere, der Sense, dem Spaten, dem Schubkarren, so wie endlich bei dem Gliederbaue lebender Wesen.

Die Heblade hebt nur zu geringen Höhen, aber mit häufiger Wiederholung. Die Rolle erfordert eine der Last gleiche Kraft, und ist daher keine mechanische Potenz, macht aber die Bewegung bequem. Die Welle am Rade (Winde) vermindert die anzuwendende Kraft so oft, als der Radius derselben im Radius des Rades enthalten ist. Bei den gemeinen Flaschenzügen ist die erforderliche Kraft gleich der Last dividirt durch die Zahl der Seile, beim Potenzflaschenzuge aber der Last

multiplicirt mit $\frac{1}{2}$ auf der Potenz der Zahl der Rollen, mit Ausschluss der letzten, welche bloß zur Bequemlichkeit des Herabziehens dient. Die Güte einer Waage erfordert dafs sie 1) richtig sei, wie man durch Verwechseln der Gewichte finden kann, 2) dafs sie fein sei. Letzteres ist sie um so mehr, je näher der Unterstützungspunkt dem Schwerpunkteliegt, je geringer das Gewicht des Waagebalkens ist und je länger die Arme sind. Die Räder sind Sternräder (Stirnräder) oder Kronräder, und ihre Erhabenheiten greifen in die Vertiefungen der Triebstöcke, Trillinge oder Getriebe ein. Man kann sich beide daher als zwei Scheiben vorstellen; welche sich an einander umwälzen; und indem hierbei gleiche Theile der Peripherieen mit einander in Berührung kommen, diese sich aber wie die Radien verhalten, und die Erhabenheiten und Vertiefungen gleich seyn müssen; so läßt sich hiernach die Berechnung leicht finden,

§. 39. Bei den angegebenen Bewegungsgesetzen wurden der gröfseren Schärfe wegen die aus der physischen Beschaffenheit der Körper entspringenden Hindernisse der Bewegung nicht mit berücksichtigt. Die wesentlichsten derselben sind Steifheit der Seile, Reibung und Widerstand der Mittel.

Am wichtigsten ist die Reibung, worüber es kein bestimmtes allgemeines Gesetz giebt. Im allgemeinen ist sie indess der Rauheit der Körper proportional, zugleich nicht den Flächen sondern den Lasten. Für geringe Lasten ist die Reibung bei den härtesten Körpern am geringsten, für gröfsere bei harten auf weichen. Man vermindert sie durch ein glattes Zwischenmittel (Schmiere) und hebt sie auf, wenn man die Körper sich über einander hinwälzen läßt, weswegen so grofse Lasten auf Walzen bewegt werden können. Bei der Bewegung der Lasten auf der horizontalen Ebene ist bloß die Reibung zu überwinden.

Als Widerstand leistende Mittel (*media* worin sich die Körper bewegen) sind die Luft und das Wasser

zu berücksichtigen, erstere hauptsächlich bei den Erscheinungen des Falles und den Wurfbewegungen der Geschützkugeln, letzteres beim Schlagen und Fallen der Körper auf dasselbe. Wie groß der Widerstand der Luft sey, ersieht man bei Bewegungen im luftleeren Raume, z. B. des Wassers im Wasserhammer, und dem berühmten Versuche daß ein Ducaten und eine Flaumfeder in gleichen Zeiten herabfallen.

III. Bewegungsgesetze tropfbarer Flüssigkeiten.

§. 40. Tropfbare Flüssigkeiten nehmen in der Ruhe die Form der Gefäße an, und erhalten in offenen eine ebene horizontale Oberfläche.

Meerhorizont; künstliche Horizonte; Libellen.

§. 41. In communicirenden Röhren von jedweder Gestalt stehen gleichartige Flüssigkeiten gleich hoch, bei ungleichartigen ist die Höhe in jedem Schenkel dem spec. Gewichte der Flüssigkeit umgekehrt proportional. Jede einzeln genommene Säule einer Flüssigkeit übt einen Druck aus, welcher ihrer Grundfläche und ihrer lothrechten Höhe proportional ist.

In fig. 12. übt die Wassersäule $c a b$ einen gleichen Druck gegen $a b$ aus, als die Wassersäule $d a b e$, und in fig. 13. drückt die Wassersäule $c a b$ gleich stark gegen $a b$, als die Wassersäule $c d e f$ gegen $d e$, wenn $d e = a b$ und $c d = c g = \frac{1}{2} a b$ ist. Man kann also mit wenigem Wasser einen starken Druck hervorbringen. Anwendungen hiervon geben der Druck des Wassers gegen die Brust, gegen Schleusen und Dämme, das Zerdrücktwerden der stärksten verkorkten Flaschen in der Tiefe des Meeres, *s' Gravesande's follis hydrostaticus*, die *Real'sche* Extractionspresse, die *Brahmasche* (sogenannte hydraulische) Presse u. dgl. m.

§. 42. Wenn ein Schenkel communicirender Röhren abgeschnitten wird, so müßte das Wasser aus dem abgeschnittenen Ende so hoch springen, als es im an-

dern steht. Wegen verschiedener Hindernisse erreicht es diese Höhe nicht.

Anwendung auf Springbrunnen aus Röhren, welche von der Höhe herabgeführt werden.

§. 43. In einer ruhenden Flüssigkeit ist jede einzeln gedachte Masse derselben wegen des Gegendruckes der umgebenden Flüssigkeit in Ruhe, und wird also mit ihrem ganzen Gewichte getragen. Indem aber eine jede Flüssigkeit gegen jeden andern Körper einen gleichen Druck ausübt; so folgt hieraus

1) daß ungleich schwere Flüssigkeiten nach ihrem spec. Gewichte über einander stehen.

2) daß ein jeder Körper in einer Flüssigkeit so viel von seinem Gewichte verliert, als ein dem seinigen gleich großes Volumen derselben wiegt.

Zu 1 gehört das Elementenglas aus Quecksilber oder feinem ganz rein gewaschenem Sande, Weinsteinöl, Weingeist und rectificirtem Petroleum, das *passevin* oder die Verwandlung des Wassers in Wein.

Zu 2 gehören die Gesetze des statischen Schwimmens der Schiffe, des Holzes, der Menschen und Thiere, desgleichen die Bestimmung des spec. Gewichtes der Körper.

§. 44. Bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes der Körper nimmt man das reine Wasser als Einheit an, drückt das Gewicht eines gewissen Volumens desselben durch 1 oder durch 1000 aus, und findet das specifische Gewicht eines gegebenen Körpers, wenn man das absolute Gewicht eines gleichen Volumens desselben durch das absolute des Wassers dividirt. Als Werkzeuge hierzu dienen die hydrostatische Waage und die zahlreichen Aräometer mit festen Scalen oder veränderlichen Gewichten.

Zum gemeinen Gebrauche bedient man sich der Alkoholometer, der Brandeweinwaagen, der Bierwagen (oder Bierproben) der Salzspindeln u. dgl. m. Vorzüglich ist bei Flüssigkeiten auf die Temperatur Rücksicht zu nehmen, weil ihr Volumen durch Wärme beträchtlich

größer wird. Zur Normalbestimmung der Gewichte und Maasse der Flüssigkeiten und trockner, in Hohlmaassen gemessener Körper bedient man sich eines genau gemessenen Volumens Wasser. Um das spec. Gewicht einer Flüssigkeit zu finden senkt man bei bestimmter Temperatur ein richtiges Aräometer in dieselbe, und lieset das spec. Gewicht auf der Scale ab. Ist hierbei für Aräometer (mit festen Scalen, also gleich bleibendem absolutem Gewichte, das in Wasser einsinkende Volumen; desselben v ; das in einer gegebenen Flüssigkeit einsinkende v' ; das spec. Gewicht von jenem p ; von diesem p' ; so ist $p : p' = v' : v$, oder die Flüssigkeit ist so viel specifisch leichter, je tiefer das Aräometer einsinkt; für Aräometer mit veränderlichen Gewichten (Gravimeter), bei welchen das absolute Gewicht des Aräometers für Wasser P , für eine andere Flüssigkeit P' wird, ist $p : p' = P : P'$; also das spec. Gewicht den absoluten direct proportional. Oder man bringt einen geeigneten Glaskörper an einem Pferdehaare, oder besser an einem feinen Platindrahte an einer empfindlichen Waage hängend ins Gleichgewicht, senkt ihn in destillirtes Wasser und legt g Gewichte auf, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, nimmt ihn heraus, trocknet ihn ab, senkt ihn in die zu bestimmende Flüssigkeit, legt g' Gewichte auf, um das Gleichgewicht wieder herzustellen, und findet das spec.

Gewicht $p = \frac{g'}{g}$. Einen festen Körper wiegt man

an einer Waagschaale hängend, und findet sein absolutes Gewicht g' , senkt ihn ins Wasser und legt g Gewichte auf, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt

ist, so hat man $p = \frac{g'}{g}$. Will man endlich das ab-

solute Gewicht eines bestimmten Volumens Wasser finden, so arbeitet man einen regelmässigen Körper, meistens einen Würfel oder Cylinder mit höchster Genauigkeit, bringt ihn an einer feinen Waage ins Gleich-

gewicht, senkt ihn ins Wasser und legt Gewichte auf, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist, so geben die letztern das absolute Gewicht eines Volumens Wasser von der Gröfse des angewandten Körpers.

§. 45. Vermittelst des specifischen Gewichtes findet man die Reinheit der Körper und den Gehalt der Auflösungen.

Archimedische Wasserprobe, Prüfung der Münzen, Bestimmung des Gehaltes der Salzsoolen u. s. w.

§. 46. Ist der Druck, welchen eine Flüssigkeit gegen die Wände der Gefäße ausübt, durch eine Oeffnung aufgehoben; so wird das Gefäß nach der entgegengesetzten Seite mit einer Kraft bewegt, welche dem Drucke einer Säule der Flüssigkeit von der Basis der Oeffnung und der Höhe bis zum Niveau gleich ist.

Segners Wasserrad. Barkers Mühle ohne Rad und Trilling. Ist fig. 14. $a b c d$ ein Cylinder von Blech mit zwei Armen e, f , an deren Enden Löcher einander gegenüber sind; so treibt das aus diesen fließende Wasser die Arme mit der angegebenen Kraft, nämlich einer Wassersäule von der Höhe $a e, b f$, und der Basis, wie die Oeffnungen, nach der entgegengesetzten Seite.

§. 47. Bei der Bewegung der Flüssigkeiten findet zwar das Hinderniß der Reibung nicht statt, wohl aber das der Adhäsion. Die bewegten Flüssigkeiten setzen andere Körper mit einer so viel größeren Kraft in Bewegung, je größer ihre Masse und Geschwindigkeit ist.

Aus gleich weiten Röhren fließen ungleiche Wassermengen ab, wenn der Druck des Wassers stärker ist. Bei Mühlen wirkt das Wasser entweder durch sein Gewicht (oberschlächtige Räder) oder durch die Kraft seiner Bewegung (unterschlächtige Räder).

IV. Bewegungsgesetze schwerer expansibeler Flüssigkeiten.

§. 48. Die Erde ist von der atmosphärischen Luft umgeben, welche vermöge ihrer Schwere überall gegen

sie drückt. Die Erscheinungen derselben, als schwerer ruhender Flüssigkeit gehören zur Aërostatik, als bewegter zur Pneumatik.

1) Aërostatik.

§. 49. Der Druck der Luft gegen alle Körper ist sehr stark. Dafs man ihn nicht allezeit wahrnimmt, kommt davon, weil die Körper in ihr gleichsam schwimmen, wie die Fische im Wasser.

Der Druck der Luft hindert das Auslaufen der Flüssigkeiten aus Gläsern mit enger Oeffnung, aus Fässern bei verschlossenem Spuntloch. Er zeigt sich ferner beim Stechheber, den Oellampen mit gläsernen Gefäfsen, dem Zaubertrichter, Sturms intermittirendem Brunnen, dem Siebe der Vestalinnen; der Zauberkanne u. s. w. Man lernte ihn zuerst kennen durch *Evangelista Torricelli*, welcher 1643 gläserne, oben verschlossene Röhren mit Quecksilber füllte, die Mündung unter Quecksilber öffnete, und das Nichtauslaufen aus demselben erklärte.

§. 50. Die Luftpumpe besteht im Allgemeinen aus einem metallenen Stiefel, in welchem ein Embolus an einer Stange bewegt wird. Beim Aufziehen des luftdicht bewegten Embolus wird der Stiefel luftleer, die unter der Campana befindliche Luft dringt in denselben, bis zur gleichmäfsigen Vertheilung; dem im Stiefel befindlichen Antheile wird durch einen Hahn oder ein Ventil der Rückgang abgeschnitten, und somit die Luft fortwährend verdünnt. Hieraus ergibt sich, dafs das Guerickesche Vacuum unter der Campana nie ein absolutes oder Torricellisches werden kann. Bei den Compressionspumpen prefst man vermittelst eines genau schliessenden Embolus die im Stiefel befindliche Luft in das Gefäfs, und kann sie hierin daher bis ins Unendliche verdichten.

Die Luftpumpe wurde durch *Otto v. Guericke* 1654 erfunden, und nachher vielfach verbessert. Man hat gegenwärtig Hahnluftpumpen und Ventilluftpumpen.

Die Ventile der letzteren sind entweder Blasenventile (von Thierblase oder feinem Wachstaffent) oder Metallventile (vorzüglich *Cuthberson's* Kegelventile.) Die Verdünnung durch dieselben bestimmt man nach dem Barometer, vorzüglich dem Heberbarometer. Andere Mittel, namentlich die Birnprobe, sind unnütz.

§. 51. Die Stärke des Luftdruckes wird sichtbar, sobald Gefäße luftleer gemacht sind, hierdurch der Gegendruck gegen die entgegengesetzte Seite aufhört, und nur ein einseitiger Druck stattfindet.

Der Druck der Luft, welchen man den Druck einer Atmosphäre nennt, ist dem Drucke einer Quecksilbersäule von der Höhe des Barometers gleich, und wächst daher mit der Fläche. Hiernach läßt sich die Gewalt berechnen, wodurch die Guerickeschen Halbkugeln zusammengehalten, und eine Glasscheibe oder Thierblase über einem hohlen Cylinder zerdrückt werden. Wasser springt in ein luftleeres Gefäß, als würde es durch eine Wassersäule von 32 Fufs Höhe gedrückt. Gegen einen pariser Quadratfufs beträgt dieser Druck etwa 2200 Pf. folglich gegen die Oberfläche des menschlichen Körpers, wenn man seine ausgebreitete Haut zu 15 Quadratf. annimmt, 33000 Pf.

Der gemeine Heber, eine gekrümmte luftdichte Röhre, kann jede Flüssigkeit über eine Höhe heben, welche niedriger ist, als ein Barometer aus der jedesmaligen Flüssigkeit. Abänderungen des gemeinen Hebers sind der Springheber, der künstliche Tantalus und der unterbrochene Heber.

§. 52. Die atmosphärische Luft ist, so weit als unsere Versuche reichen, dem Mariotteschen Gesetze unterworfen, d. h. das Gewicht und die Elasticität derselben sind der zusammendrückenden Kraft directe, der Raum aber, welchen sie einnimmt, ist dieser umgekehrt proportional.

Mariotte fand dieses Gesetz auf, indem er Luft in heberförmigen Röhren durch Quecksilbersäulen von verschiedener Höhe zusammendrückte. *Robert Boyle* stellte

zu gleicher Zeit ähnliche Versuche an. Beide erhielten gleiche Resultate.

§. 53. Die Luft muß sich selbst vermöge ihrer Schwere zusammendrücken. Ihren verschiedenen Druck sowohl im Niveau des Meeres als auch in ungleichen Höhen über demselben zeigt das Barometer, womit sich zugleich diese Höhe messen läßt.

Das Barometer, so verschieden auch seine Gestalt seyn mag, besteht aus einer in einer Glasröhre eingeschlossenen Quecksilbersäule, welche durch den Gegen-
druck der Luft in die Höhe gehoben wird, und sonach kommt ihm der Name *Schweremesser* ganz eigentlich zu. Da der Druck der Luft nach der Länge der Quecksilbersäule gemessen wird, so kann bei dieser nur ein bekanntes Längenmaafs, also am besten Zolle und Linien angebracht werden, und da sich das Wetter nicht nach dem Luftdrucke unmittelbar richtet; so sind die Bezeichnungen mit beständig, schön und schlecht Wetter falsch.

Je höher man sich mit dem Barometer erhebt, um desto kürzer wird die Höhe der drückenden Luft, folglich auch der Quecksilbersäule im Barometer, und wenn man das Gesetz kennt, wonach jener Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt; so kann man hiernach die letztern aus dem Barometerstande berechnen.

Die Elasticität einer eingeschlossenen, durch den wechselnden Druck der Atmosphäre verschieden zusammengedrückten Luftmasse mißt man mittelst des Manometers, oder des, diesem ähnlichen Sympiezometers. Beide bestehen aus Luft oder Stickgas, welche durch Quecksilber oder eine sonstige Flüssigkeit in einen bestimmten Raum eingeschlossen sind, und bei vermehrten oder verminderten äußern Luftdrücken mehr zusammengepresst oder ausgedehnt werden.

§. 54. In der Luft, als schwerer Flüssigkeit, muß jeder Körper so viel von seinem Gewichte verlieren, als ein gleich großes Volumen Luft wiegt. Ist daher ein Körper leichter als eine gleich große Masse Luft; so muß er in derselben aufsteigen.

Die Luft ist im Mittel fast 800 mal leichter als das Wasser, mithin würde ein Körper von der Dichtigkeit des Wassers in ihr gewogen nur $\frac{1}{800}$ stel von seinem Gewichte verlieren, welches füglich vernachlässigt werden kann. Indefs wiegt ein par. Cub. F. Luft im Mittel 0,08 Pf. mithin wiegt ein Würfel von 10 F. Seite 80 Pf. wonach die Tragkraft der Aërostaten geschätzt werden kann. Sie sind entweder Montgolfieren oder Charlieren (eigentliche Luftballons). Die ersteren bestehen aus großen Schläuchen von Papier oder gefirnisstem Zeuge, in welchen die Luft durch einen angezündeten und unten befestigten Badeschwamm mit Weingeist oder durch eine große Weingeistlampe erhitzt, und dadurch ausgedehnt wird, so daß sie vermöge ihrer Leichtigkeit aufsteigt und ihre Hülle mit in die Höhe hebt. Die Charlieren sind hohle kugelförmige Körper von Schaafhäutchen, Goldschlägerhaut oder gefirnisstem Wachstafft, mit Wasserstoffgas gefüllt. Die erhitzte Luft wird nicht leicht mehr als $\frac{1}{3}$ leichter, als die äußere Luft; das aus Zink und Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure, oder aus Eisen und verdünnter Schwefelsäure, bereitete Wasserstoffgas ist in der Regel 7 bis 10 mal leichter. Man kann daher nur große Montgolfieren, aber sehr kleine Luftballons steigen lassen. Die lothrechte Bewegung der Luftballons erhält man leicht, wenn man eine Montgolfiere unter dem Luftballon anbringt, und jene durch stärkere oder schwächere Erhitzung der enthaltenen Luft leichter oder schwerer macht. Für die horizontale Richtung hat man bis jetzt noch kein Mittel aufgefunden.

Der Fallschirm ist ein bloßer Schirm von erforderlicher Größe, welcher mit der daran hängenden Last durch den Widerstand der Luft langsam fällt.

§. 55. und 56. Die Luft dringt vermöge ihrer Elasticität in den luftleeren oder mit dünnerer Luft erfüllten Raum ein, und zwar so viel schneller, je größer der Unterschied der Elasticität ist.

Luft, unter dem mittleren atmosphärischen Drucke

dringt in den leeren Raum mit einer Geschwindigkeit von fast 1300 F. in einer Secunde.

§. 57. Die bewegte Luft wirkt gegen bewegliche feste und flüssige Körper dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional. Ist sie in Gefäßen zusammengedrückt, so wächst ihre Kraft mit dem Grade der Zusammendrückung.

Ersteres kommt in Betrachtung hauptsächlich bei der Wirkung des Windes, letzteres bei den Windkesseln der Feuerspritzen und der Windbüchsen, dem Heronsballe, dem Heronsbrunnen u. a.

V. Bewegungsgesetze schallender Körper.

§. 58. und 59. Die meisten starren Körper werden durch Schlagen, Reiben, Streichen mit einem Violinbogen in gewisse regelmäßige Schwingungen versetzt; wobei einige Theile ruhen (Schwingungsknoten) andere schwingen (Schwingungsbogen). Sind die erzeugten Schwingungen stark und schnell genug, und gelangen sie durch irgend ein Zwischenmittel zum Ohre; so erzeugen sie die Empfindung des Schalles.

Die Schwingungen lassen sich leicht sichtbar machen an einer geschlagenen Stimmgabel, wenn man sie mit einem harten Körper berührt, oder an einer etwas grossen tönenden Glasglocke, wenn man ein Knöpfchen Siegellack an einem Zwirnsfaden daran hält, oder vermittelst einer gespannten Saite.

§. 60. Die Gesetze dieser Schwingungen lassen sich am leichtesten an gespannten, pendelartig schwingenden Saiten nachweisen, bei denen, wie bei allen schallenden Körpern die Höhe des Tones der Anzahl der Schwingungen proportional ist.

Nach unserer Tonleiter sind, wenn L die Länge der Saiten, und N die Zahl der Schwingungen bezeichnet

Töne	C	D	E	F	G	A	H	c
N	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
L	2	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

Die absolute Zahl der Schwingungen ist nach *Chladni* für das 32füßige *C* der Orgeln $\equiv 32$, für das 16füßige $C \equiv 64$, das groſſe $C \equiv 128$ also für das ungestrichene $c \equiv 256$, wonach die den übrigen Tönen zugehörige Zahl der Schwingungen leicht gefunden werden kann.

§. 61. Aehnliche Schwingungen, als bei den Saiten, mit ruhenden und schwingenden Theilen, finden sich bei allen tönenden Körpern, wie sich hauptsächlich durch die Chladnischen Klangfiguren auf dünnen Glasscheiben anschaulich machen läßt.

Die letzteren lassen sich leicht hervorbringen, wenn man eine dünne, an den Rändern mattgeschliffene Glasscheibe zwischen den Fingern hält, mit Sande bestreuet und mit einem Violinbogen streicht.

Außer diesen Transversalschwingungen giebt es auch longitudinale, welche man am leichtesten durch eine lange, mit einem nassen wollenen Läppchen, worauf etwas Bimssteinpulver gestreut ist, geriebene Glasröhre erhält. Drehet man diese etwas stärker in dem wollenen Läppchen, zwischen den Fingern um ihre Axe; so erhält man Töne, welche genau eine Quinte tiefer sind, als die durch longitudinale Schwingungen erhaltenen.

§. 62. Durch ähnliche longitudinale Schwingungen tönen auch die Luftsäulen, welche in Röhren verschiedener Art (Pfeifen z. B.) eingeschlossen sind.

Hierher gehören hauptsächlich die Hörner, die Pfeifen, Querflöten und die Robriinstrumente, (Hoboen u. a.) in welchen letzteren die Luftsäule mit Hülfe eines vibrirenden zarten Blattchens in Schwingungen versetzt wird, und worunter auch die menschliche und thierische Stimme gerechnet werden muß.

§. 63. Nimmt man die Zahl der Schwingungen irgend eines Tones als Einheit an, so giebt die doppelte Anzahl in der Octave das am leichtesten wahrnehmbare und das rationalste Verhältniß. Alle andern Töne gewähren mehr oder minder leichte, rationale oder irratio-

nale Verhältnisse und durch die zahllosen möglichen Verbindungen derselben erhält man die mannigfaltigen Musikstücke.

§. 64. Ausser der Höhe und Tiefe der Töne, welche sonach eine Folge der geringeren oder grösseren Anzahl von Schwingungen ist, unterscheidet man noch ihren eigenthümlichen Klang, wodurch sich z. B. der nämliche Ton der menschlichen Stimme und eines Instrumentes verschieden zeigt. Dieses ist eine Folge der gleichzeitig mit denen des eigentlichen tönenden Körpers statt findenden Schwingungen der sonstigen mit ihm verbundenen Theile.

Ausser der Luftsäule im Blasinstrumente wird dieses selbst, und überhaupt jedes Instrument in allen seinen Theilen in Schwingungen versetzt. Wie leicht überhaupt Körper durch Schallwellen in Schwingungen gerathen, zeigen eine Menge Beispiele, hauptsächlich das Mittönen, z. B. der Saiten eines Instrumentes, wenn irgend ein starker Ton angegeben wird, das Klirren von Gläsern, einzeln stehenden Glasscheiben, sogar der Fenster massiver Häuser beim Donner u. dgl. m.

§. 65. Vermittelst ähnlicher Schwingungen, als diejenigen sind, welche den Schall erzeugen, wird derselbe durch alle Körper, sowohl feste als tropfbare und expansibele fortgeleitet, am schnellsten und stärksten durch die festen. Binnen einer Secunde durchläuft er in der Luft einen Raum von 1027 par. F. und diese Grösse wird für jeden Grad der Centesimalscale um $\frac{1}{530}$ vermehrt.

Im leeren Raume findet keine Fortpflanzung des Schalles statt, weswegen die Erscheinungen des Lichtes, der Electricität und des Magnetismus mit denen des Schalles nicht vergleichbar sind. Durch Röhren von 488 Toisen Länge geleitet, verlor der Schall nichts von seiner Stärke. Die Fortpflanzung durch feste Körper zeigt sich, wenn man tönende Körper, z. B. Löffel, an Fäden bindet, und diese in das Ohr bringt, oder wenn

man Drähte am einen Ende in das Ohr hält, das andere mit einer Taschenuhr berührt.

§. 66. Das Sprachrohr ist ein langer abgestumpfter Kegel, durch welchen die Schallwellen zusammengehalten werden, und der Theorie nach bei ihrem Fortgange mehr die Gestalt eines Cylinders beibehalten, als sich nach allen Seiten zerstreuen. Stossen die Schallwellen gegen feste Wände, so werden sie zurückgeworfen, und erzeugen die Erscheinungen der Echo's, Sprachgewölbe und Flüstergallerieen. Die Construction des Hörrohrs ist weder durch die Theorie noch durch die Erfahrung hinlänglich bekannt.

Die Beschaffenheit der Wände des Sprachrohrs ist gleichgültig. Von der Reflection der Schallwellen geben Kirchen und neu gebaute Häuser durch das laute Schallen in ihnen auffallende Beispiele. Man findet einsylbige und mehrsylbige, einfache und vielfache Echo's oft da, wo man sie nicht erwartet. Das Auffangen vieler Schallwellen durch eine groſse Oeffnung ist zur Erzeugung eines Hörrohrs unzureichend, vielmehr ist Krümmung desselben nothwendige Bedingung.

§. 67. Der Schall wird wahrgenommen, indem die denselben erzeugenden Wellen den Gehörnerven afficiren, zu welchem sie entweder durch den Gehörgang oder durch die festen Theile des Kopfes, z. B. die Zähne und Stirnknochen, gelangen. Schwerhörigkeit und Taubheit entstehen entweder durch Verstopfung des Gehörganges, oder durch Unthätigkeit des Nervens.

Die Gehörknöchelchen, der Hammer, Ambos und Steigbügel, sind die feinsten im menschlichen Körper, und liegen in der Höhle des Ohres hinter dem Paukenfelle. Aus der innern Höhle des Ohres geht die Eustachische Röhre in den hintern Theil des Gaumens, und verstatet der Luft den Ein- und Austritt in jene Höhle.

Ueber den Ort zu urtheilen, wo sich der schallende Körper befindet, ist sehr schwer, vorzüglich wenn die Fortpflanzung des Schalles durch feste Körper geschieht. Eine interessante Vorrichtung ist die sogenannte *Unsicht-*

bare Frau, eine Vorrichtung zur akustischen Täuschung, welche aus fig. 15. deutlich wird, wenn man weiß, daß der Fragende in eine der Trompeten *a a a a* hineinredet, und aus derselben dann die Antwort zurückerhält. Der aus Gitterwerk bestehende Rahmen *A B*, *A B*, nämlich, scheinbar zum Schutze der hohlen Kugel *C* bestimmt, vermehrt die Täuschung sehr. Die hohle Kugel *C* hängt freischwebend an Bändern von den Bügeln *d, d, d* herab, von *e* aus aber geht ein enger Canal aus dem Nebenzimmer, und mündet zwei trompetenförmigen Oeffnungen der Kugel gegenüber.

VI. Weitere Entwicklung der Attractions-gesetze.

§. 68. Ob alle Erscheinungen der Anziehung, wonach die verschiedenen Körper gegenseitig sich zu verbinden oder in einer vorhandenen Verbindung zu bleiben streben, auf ein einziges Gesetz als Folge einer allgemeinen Kraft der Anziehung zurückgebracht werden können oder nicht, darüber ist viel untersucht. Ausgemacht ist aber, daß sich eine solche Hypothese allerdings ohne innern Widerspruch durchführen läßt.

Das allgemeine Gesetz der Anziehung ist das Newtonsche, wonach sich die Körper den Massen directe und dem Quadrate der Entfernungen umgekehrt proportional anziehen.

§. 69. Hiernach wäre die Cohäsion der Körper als erste Modification der Anziehung anzusehen. Sie zeigt sich durch den Widerstand, welchen starre Körper einer Trennung ihrer Theile entgegensetzen und wird gemessen durch die Kraft, welche zum Zerreißen derselben erforderlich ist.

Die stärkste Cohäsion zeigen die Metalle, namentlich Stahl, Eisen, Kupfer, Messing u. s. w. vorzüglich wenn sie zu Draht gezogen sind, daher die Drahtbrücken. Eine unglaubliche Cohäsion zeigen ferner die Sehnen, Haare, das Horn, der Schmelz der Zähne;

auch die Vegetabilien, z. B. der Hanf, insbesondere wenn die einzelnen Fäden zusammengeleimt sind.

§. 70 und 71. Die Adhäsion, oder das Anhängen einzelner Theilchen fester Körper und der Flüssigkeiten, sowohl der tropfbaren als auch der expansibelen, an festen Körpern und unter einander wäre als die zweite Modification der allgemeinen Anziehung anzusehen.

Hierhin gehören die Erscheinungen der Adhäsionsplatten, ebener Platten, welche sowohl unter sich, als auch mit Flüssigkeiten zusammenhängen, das Benetztwerden der Körper durch Wasser, einiger Metalle durch Quecksilber, die Haarröhrchen - Anziehung oder Capillarität, welche sich im Quellen des Holzes, der Erbsen u. s. w. mit unglaublicher Kraft äußert, das Festsitzen der Luftbläschen an festen Körpern unter dem Wasser; die zahlreichen Erscheinungen der Absorption, indem die verschiedenen Gasarten durch feste und flüssige Körper nach gewissen bestimmten Gesetzen verschluckt werden, so wie endlich die Verbindungen der Luftarten untereinander, wie z. B. bei der atmosphärischen Luft.

§. 72. Bei der Krystallisation der Körper liegen ohne Zweifel bestimmte Gesetze der Anziehung zum Grunde. Fraglich aber ist es, ob man kleinste Elementartheilchen der Körper und Axen in denselben anzunehmen habe, durch welche die stets gleiche regelmäßige Form der Krystalle bedingt wird.

Die Untersuchung der Grundformen der Krystalle gehört hauptsächlich zur Mineralogie. Interessant ist das Zerspalten eines Kalkspathkrystalles in lauter kleine, dem großen durchaus ähnliche Krystalle. Ähnliche Erscheinungen geben andere Mineralien.

§. 73. Eine dritte Modification der allgemeinen Anziehung wäre die chemische Verwandtschaft, welche die Verbindungen verschiedener Stoffe nach einfacher, doppelter, vielfacher (auch aneignender und disponirender) Verwandtschaft bedingt. Wie groß hierbei der Einfluss der sogenannten Inponderabilien sey, und

worauf derselbe beruhe, ist eine schwierige Frage, indess ist derselbe auf keine Weise zu verkennen.

Die Grenzen zwischen Mengungen und (chemischen) Mischungen sind schwer bestimmbar, z. B. bei der atmosphärischen Luft (aus Sauerstoffgas und Stickstoffgas) und wasserhaltigem Alkohol. Was unter Verwandtschaft zu verstehen sei zeigt sich, wenn ein Körper einen andern verläßt, um an einen dritten überzugehen, z. B. wenn man Quecksilber in Scheidewasser auflöst, und eine Kupfermünze hineinlegt, oder Eisen in aufgelöseten Kupfervitriol taucht.

Die bedeutendste Erweiterung hat die Chemie in den neuesten Zeiten durch die aufgefundenen Gesetze erhalten, wonach die Körper sich in gegenseitig bestimmten quantitativen Verhältnissen (Proportionen) verbinden. Man nimmt hiernach an, daß alle Körper aus gewissen kleinsten Theilchen von einer bestimmten relativen Größe bestehen, und nennt diese Atome, Massentheilchen, chemische Aequivalente, Gewichtstheilchen, Molecülen u. s. w. Man hat sogar schon versucht, die absolute Größe derselben zu bestimmen.

§. 74. Das Bestreben des Chemikers ist hauptsächlich darauf gerichtet, durch Benutzung bekannter Verwandtschaften der einfachen Bestandtheile gemischter Körper die vorhandenen unzerlegbaren Stoffe und die Gesetze, wonach sie sich verbinden, vollständig aufzufinden.

Unzerlegbare und unzerlegte Körper wird oft für gleichbedeutend genommen.

§. 75. Zur vorläufigen Uebersicht genügt es, folgende Körper als einfach zu kennen: zuerst drei in Gasgestalt erscheinende Stoffe, Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff, denen sich der Kohlenstoff anreihet welcher einfach auch als Diamant erscheint.

Der Sauerstoff ist entweder einfach oder durch Wärme expandirt im Sauerstoffgas vorhanden, welches hauptsächlich das Verbrennen, die Erhaltung des thierischen Lebens, das Keimen der Pflanzen u. s. w. be-

dingt, und am leichtesten durch Glühen aus pulverisirtem Braunstein erhalten wird. Der Stickstoff, auf gleiche Weise als Stickstoffgas oder Salpeterstoffgas vorhanden, welches 0,79 der atmosphärischen Luft dem Volumen nach ausmacht, verbrennt selbst nicht, und macht auch andere Körper nicht verbrennen. Man erhält das Gas, wenn man Phosphor unter einer durch Wasser gesperrten Glocke voll Luft verbrennt. Wasserstoffgas allein brennt nicht, giebt aber, dem Volumen nach 2 Th. mit 1 Th. Sauerstoffgas gemischt, Knallgas, welches mit starker Explosion verbrennt und Wasser bildet. Dasselbe verbindet sich mit vielen Substanzen, und liefert dann Kohlenwasserstoffgas (Sumpfluft) nach verschiedenen Mischungs - Verhältnissen, die mit mehr oder minder lebhafter Flamme verbrennenden leuchtenden Gasarten (z. B. Steinkohlengas und die sonstigen zur Gasbeleuchtung dienenden), Phosphorwasserstoffgas, welches sich beim Zutritt von Sauerstoffgas selbst entzündet, Schwefelwasserstoffgas u. v. a. Leicht erhält man dasselbe (jedoch unrein) durch verdünnte Schwefelsäure (oder Salzsäure) und Eisen oder Zink. Kohlenstoff, im Diamant ganz, in der Kohle fast rein vorhanden, bildet mit Sauerstoffgas die Kohlensäure (kohlensaures Gas), welche aus Kreide und Säuren leicht erhalten wird, und in geistigen Getränken, desgleichen in den Sauerwassern in großer Menge enthalten ist.

§. 76. Als einfache Stoffe werden, einiger Gegenstände ungeachtet, noch angesehen Phosphor, Schwefel, Fluor, Boron, Chlor, Jod und Selen.

Phosphor liefert mit Sauerstoff die Phosphorsäure, einen Hauptbestandtheil der thierischen Knochen. Schwefel mit Sauerstoff (verbrannt) liefert schwefliche — und (gesättigt) Schwefelsäure (Vitriolöl); Fluor ist die Grundlage der Flusssäure, welche das Glas ätzt; Boron der Boraxsäure, welche im Borax vorkommt; Chlor mit Wasserstoff giebt Kochsalzsäure, mit Sauerstoff Chlorsäure, welche mit Alkali verbunden Knallsalz bildet;

Jod, in einer Glasröhre erhitzt, erscheint als schön veilchenblauer Dampf.

§. 77. Die zahlreichste Klasse der einfachen Körper sind die Metalle. Sie kommen als Erze, als Oxyde, als Salze und regulinisch häufig in der Natur vor.

Zu den Metalloxyden rechnet man jetzt auch die fixen Alkalien und Erden, aus welchen die Metalle meistens schon regulinisch dargestellt sind, nämlich Kalium, Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnium, Yttrium, Glycium, Alumium, Zirconium und Silicium. Dann die früher schon bekannten, zum Theil Halbmatalle genannten, als Platin, Gold, Silber, Quecksilber (welche edle genannt werden); Kupfer, Zinn, Eisen, Blei, Wismuth, Zink, Antimon, Nickel, Arsenik, Kobalt, Molybden, Mangan, Scheel, Chrom, Uran, Titan, Tantal, Cerium, Palladium, Rhodium, Iridium, Osmium und Kadmium.

§. 78. Die Operationen der Natur, insbesondere bei den Pflanzen und Thieren, bestehen hauptsächlich in Zusammensetzungen und Trennungen der einfachen Substanzen, wodurch die zahllosen verschiedenen Erzeugnisse hervorgehen.

Das Thierreich und Pflanzenreich stehen in einer gewissen Wechselwirkung zu einander, indem namentlich das letztere die zur Erhaltung des ersteren erforderlichen Verbindungen erzeugt, wie die Kunst es nicht vermag.

Es können überhaupt neue Verbindungen, aber auf keine Weise Hervorbringungen des Einfachen statt finden. Wird daher ein Körper z. B. durch Vegetation oder auch durch Kunst hervorgebracht, nicht aber aus seinen Verbindungen ausgeschieden; so ist er sicher nicht einfach. Hiernach läßt sich die Kunst des Goldmachens beurtheilen.

§. 79. Anhangsweise läßt sich noch die atmosphärische Luft näher betrachten, welche ehemals für einfach gehalten wurde. Jetzt weiß man indess, daß sie aus 79 Th. Stickgas und 21 Th. Sauerstoffgas dem Volumen nach besteht,

mit einem veränderlichen Antheile Kohlensäure, Wasserdampf und verschiedenen dampfförmigen oder in sehr kleinen Partikeln mechanisch in ihr schwebenden Substanzen. Sie ist der Gesundheit um so zuträglicher, je reiner sie ist.

Die Quantität des Sauerstoffgas in derselben ist überall gleich, und die Eudiometer leisten daher dasjenige nicht, was ihr Name andeutet, sondern sind Werkzeuge, vermittelt deren die Bestandtheile der Gasmenge gefunden werden. Verdorbene, mit ungesunden Theilen verunreinigte Luft wird durch Ventilatoren fortgeschafft, oder man zerstört die Miasmen durch die sauren Räucherungen. Gewöhnliche Räucherpulver, wie auch der Tabacksrauch, sind in dieser Hinsicht ohne Ausnahme eher schädlich als nützlich.

Zweite Abtheilung.

Unwägbare Potenzen.

§. 80. Ausser den schweren Körpern giebt es noch andere in der Natur wirksame Substanzen, welche sich weder wiegen noch in Grenzen einschliessen lassen, und daher Inponderabilien oder Incoërcibilien genannt werden.

Man ist gegenwärtig ziemlich allgemein darüber einverstanden, daß die bis jetzt bekannten Incoercibilien, *Wärme, Licht, Electricität und Magnetismus* aus feinen ätherischen Stoffen bestehen, welche durch die bishero angewandten Mittel nicht gewogen werden konnten, obgleich dadurch nicht ausgemacht ist, ob nicht einige derselben, namentlich *Wärme und Electricität* gegen die Erde gravitiren.

A. Wärme.

§. 81. Die physische Ursache, welche durch ihre

Anwesenheit die Erscheinungen des Warmseyns, von dem geringsten Grade der Erwärmung bis zum höchsten Grade der Hitze, durch ihre Abwesenheit die Erscheinungen der Kälte bis zum höchsten Grade der Erstarrung hervorbringt, nennen wir Wärme, Wärmestoff (*calorique*).

Einen eigenen Kältestoff kann es nicht geben. Man hat die Erscheinungen der Wärme aus bloßen Schwingungen (*rayons*) der Körper erklären, und sonach auch Kältestrahlen annehmen wollen, ohne hinlänglich entscheidende Gründe.

Viele waren geneigt, die Wärme für gebundenes Licht zu halten, welche sinnreiche Hypothese indess mit verschiedenen Erscheinungen und den neuesten Ansichten über das Wesen des Lichtes nicht übereinstimmt.

§. 82. Die Wärme äußert sich hauptsächlich in der Ausdehnung aller Körper durch dieselbe.

Einige Flüssigkeiten z. B. geschmolzenes Eisen, und Wismuth, geschmolzener Schwefel und hauptsächlich das Wasser dehnen sich aus, indem sie fest werden, welches eine Folge der Krystallisation ist. Thon schwindet in der Hitze durch Zusammensinterung, Holz durch Entweichen der Feuchtigkeit. Alle diese Erscheinungen streiten nicht gegen das allgemeine Gesetz. Die Ausdehnung der Körper durch Wärme geschieht mit einer alle Bande der Cohäsion übertreffenden Gewalt, woraus das Zerspringen gläserner und eiserner Gefäße und das Erforderniß der Compensatoren bei langen Röhren und Stangen erklärlich ist.

§. 83. Indem man die Intensität der Wärme der Gröfse der Ausdehnung verschiedener Körper proportional setzt, erhält man ein Mittel die erstere zu messen. Die hierzu dienenden Werkzeuge sind Thermometer und Pyrometer.

Die gebräuchlichsten Thermometer sind Kugeln an engen inwendig genau cylindrischen Röhren, welche mit gefärbtem Weingeist oder Quecksilber gefüllt werden. Gewöhnlicher Weingeist dehnt sich ungleich aus,

und kann also die Temperatur nicht richtig zeigen; absoluter Alkohol gefriert indess nicht, und hat regelmäßige Ausdehnung unter dem Gefrierpunkte, und etwa 36° C. über demselben, wesswegen die damit gefüllten Thermometer für hohe Grade der Kälte allein brauchbar sind. Quecksilberthermometer haben eine regelmäßige Ausdehnung von -25° C. bis 450° und sind daher für den gewöhnlichen Gebrauch am geeignetsten.

Die festen Punkte am Thermometer bestimmt man, indem man sie in schmelzenden Schnee und in siedendes Wasser setzt. Ersteres giebt den sogenannten Gefrierpunkt, Letzteres den Siedepunkt. Die gebräuchlichsten Scalen sind die hunderttheilige (centesimal, Celsius'sche), die achtzigtheilige (Reaumur'sche, de Lüc'sche), die Fahrenheit'sche und selten die de l'Isle'sche. Nach der ersten wird der Raum vom Gefrier- bis Siedepunkte in 100, nach der zweiten in 80, nach der dritten in 180 Theile getheilt, jedoch letztere so, daß sie von 32° anfängt, und also bis 212° zählt; nach der vierten wird der Raum vom Siedepunkte bis zum Gefrierpunkte in 150 Grade getheilt. Hiernach lassen sich die Angaben der Grade leicht reduciren. Unter den verschiedenen Metallthermometern steht jetzt das von *Breguet*, aus einem schraubenförmig gewundenen Streifen zusammengelötheten Platins und Silbers, in vorzüglichem Ansehen. Das Six-Thermometer fig. 16. aus einem Cylinder mit Weingeist *a a* bestehend, welcher durch Ausdehnung und Zusammenziehung das Quecksilber *b b* bewegt, und hierdurch die Stahlstiftchen *c c* verschiebt, dient hauptsächlich dazu, die Temperatur in den Tiefen des Meeres zu erforschen, indem die durch das Quecksilber verschobenen Stahlstifte unverrückt liegen bleiben, und die Grade zeigen, worauf das Thermometer stand.

Ein Pyrometer, zur Bestimmung hoher Hitzegrade von *Wedgwood* angegeben, besteht aus thönernen Kugeln, welche in der Hitze schwinden, und zwischen zwei convergirenden und Grade zeigenden Messingstreifen gemessen werden. *Daniell* hat ein anderes erfunden,

aus einer Platinstange bestehend, welche in einem Kasten von Graphit befestigt durch ihre Ausdehnung einen Zeiger bewegt.

§. 84. Alle Thermometer messen nur die relativen Wärmezunahmen, indem keines vom absoluten Nullpunkte, wo gar keine Wärme vorhanden ist, ausgeht, als welcher bis jetzt noch nicht mit Genauigkeit bestimmt werden konnte. Ausserdem hört die Regelmässigkeit der Ausdehnung aller Körper auf, wenn sie aus dem Zustande der Festigkeit in den tropfbarflüssigen oder gasförmigen übergehen.

Die Luft, welche aber wegen ihrer Compressibilität eine minder taugliche thermoskopische Substanz ist, kann aus dem angegebenen Grunde das einzige für alle Temperaturen richtige Thermometer liefern. Quecksilberthermometer weichen indess von -20 bis 100 Grad von einem Luftthermometer nicht ab.

§. 85. Die Grösse der Ausdehnung durch gleiche Vermehrung der Wärme ist bei den verschiedenen Körpern verschieden; stärker bei den expansibelen als bei den tropfbar flüssigen, und bei diesen stärker als bei den festen.

Nach *Dalton* und *Gay-Lüssac* dehnen sich alle gasförmigen Körper, also Luft und Dämpfe im Zustande der Expansion um gleiche Grössen aus. Ist das Volumen derselben beim Gefrierpunkte $= 1$; so ist es beim Siedepunkte $= 1,375$.

Für tropfbare Flüssigkeiten findet eine solche allgemeine Angabe nicht statt, weil ihre Ausdehnung bei verschiedenen Temperaturen ungleich, aber geringer als der gasförmigen, und gröfser als des Quecksilbers ist. Dieses dehnt sich um $\frac{1}{5550}$ seines Volumens durch $1^{\circ} C$. aus. Die Längenausdehnung $= x$ für $1^{\circ} C$ beträgt beim Glase $0,00000897$, beim Kupfer $0,00001717$, beim Messing $0,00001818$, beim Eisen $0,0000124$, beim Silber $0,000019$, beim Golde $0,000015$, beim Platin $0,00000857$ die ganze Länge $= 1$ gesetzt. Will man hieraus die Ausdehnung einer Fläche bestimmen; so würde diese

$\equiv f$ für eine Anzahl Grade der Temperatur nach $C \equiv t$ genau $\equiv f (1 + t x)^2$ und ein gegebenes Volumen $\equiv k$ genau $\equiv k (1 + t x)^3$ werden. Weil aber x gegen 1 sehr klein ist; so kann man im ersten Falle $f (1 + 2 t x)$ im zweiten $k (1 + 3 t x)$ setzen.

§. 86. Wärme wird erzeugt 1) durch das Licht und vorzüglich die directen Strahlen der Sonne; 2) durch mechanische Zusammendrückung; 3) durch chemische Mischungen; 4) durch den thierischen Lebensproceß.

Das Tageslicht bringt Wärme im geringen Grade hervor, stärker die Sonnenstrahlen, insbesondere wenn sie durch einen Brennspiegel oder eine Brennlinse concentrirt werden. Durch beide erhält indess ein Körper im Verhältniß zu der absoluten Menge der auffallenden Strahlen so viel weniger Wärme, als die Menge der durch sie verschluckten Strahlen beträgt; die Hitze wird aber in einen weit geringern Raum concentrirt, und daher rührt ihre sehr große Intensität. Außerdem hat die Beschaffenheit der Körper, worauf die Sonnenstrahlen fallen, einen großen Einfluß auf die erzeugte Wärme, indem diese bei blanken und weissen am geringsten, bei rauhen und schwarzen am stärksten ist.

Das Zusammenpressen, mehr das Schlagen und noch weit mehr das Reiben fester Körper bringt Wärme hervor. Daher das Funkensprühen beim Schleifen und Feuerschlagen und das Feueranzünden mancher Völker durch Reiben von zwei Hölzern an einander. Schnelle Compression der Luft im Tachopyrion bewirkt Entzündung des Schwammes und leicht entzündlicher Substanzen. Fast alle chemischen Verbindungen sind mit Wärmeerzeugung verbunden, insbesondere wenn die Körper sich verdicken z. B. Wasser und Schwefelsäure, ätherische Oele (Terpentinspiritus) und eine Mischung von rauchender Salpetersäure und Schwefelsäure. Dahin gehören die Pyrophore, die Entzündungen des Düngers, der geballeten Cichorien, des

feuchten Korns u. dgl.) endlich die Selbstverbrennung lebender Menschen.

Das gewöhnliche Verbrennen besteht meistens in einer Verbindung des Sauerstoffgases mit verbrennlichen Grundlagen, und ist so viel stärker, je größer die Verwandtschaft zwischen diesen Stoffen, und je leichter die Verbindung derselben ist. Daher die Unmöglichkeit des Brennens im luftleeren Raume, und das gewaltsame Verbrennen der explodirenden Mischungen, z. B. des Schiefspulvers. Die Intensität der durch das Verbrennen erzeugten Hitze ist verschieden, am stärksten in der Flamme des Knallgasgebläses. Die Flamme ist verbrennendes Gas, worin die brennenden Körper zerlegt werden, und leuchtet mehr oder weniger je nach der Mischung der Gasarten. (§. 75) Daher die Gasbeleuchtung mit dem aus Steinkohlen oder Oelen gewonnenen Gase.

Ob die Vegetabilien allgemein durch den Proceß ihres Pflanzenlebens Wärme entwickeln ist schwer zu entscheiden, auf allen Fall ist die Menge der erzeugten Wärme sehr geringe, und der Unterschied der Temperatur von der Umgebung beruhet hauptsächlich auf der Wärmeleitung durch die Wurzeln. Jedoch erzeugen die Blumen einiger Pflanzen auf kurze Zeit eine merkliche Wärme.

Alle Thiere, auch die Larven, erzeugen Wärme und zwar in steigender Progression die Fische, Würmer, Amphibien, Insecten, Säugethiere, Vögel. Die sich nur wenig ändernde Temperatur des Blutes und somit auch der innern Theile bei den Menschen beträgt 36,87 Grade C. Sehr große Hitze und Kälte wirken nachtheilig auf das Leben der Thiere, indess können bekleidete Menschen wenige Minuten eine Hitze über den Siedepunkt und eine Kälte unter dem Gefrierpunkte des Quecksilbers aushalten. Die Ursache der thierischen Wärme ist der Lebensproceß, welcher im ganzen Körper sich im Aufnehmen gewisser Theile und Ausstoßen anderer zeigt, und hauptsächlich durch das Blut und dessen

Verbindung mit Sauerstoff (eine Art Verbrennung) in den Lungen bedingt wird, welche letztere dadurch geschieht, daß das Sauerstoffgas aus der geathmeten atmosphärischen Luft ausgeschieden, und zunächst vom Blute aufgenommen wird, während ausgeschiedener Kohlenstoff mit Sauerstoff verbunden als Kohlensäure beim Ausathmen entweicht.

§. 87. Erhitzte Körper geben ihre Wärme in ungleichen Zeiten ab, und kehren wieder zu der Temperatur ihrer Umgebung zurück. Die hierzu erforderliche Zeit wird durch die Art der Körper und ihrer Umgebung, durch ihre Masse, und durch die Größe sowohl, als auch die Blänke ihrer Oberfläche bedingt. Von polirten Metallflächen werden die Wärmestralen zurückgeworfen, von Hohlspiegeln nach Art der Lichtstrahlen.

Alle Körper bedürfen im leeren Raume, weniger in umgebender trockener, noch weniger in umgebender feuchter Luft eine geraume Zeit, bis sie erkalten. Dieses geschieht indess bei verschiedenen Körpern in ungleichen Zeiten, welche insbesondere durch die Bewegung der Luft sehr abgekürzt wird. Dichte Körper erfordern eine längere Zeit als lockere, obgleich die letztern, welche überhaupt weniger Wärme als die dichteren bei gleichen Temperaturen beider enthalten, den berührenden Substanzen weniger Wärme abgeben, und daher kälter scheinen, als die erstern. Kugeln haben bei gleicher Masse die kleinste Oberfläche, und erkalten daher am langsamsten. Höchst merkwürdig ist aber, daß die Wärme blanke Oberflächen so schwer durchdringt, und von Hohlspiegeln, wie das Licht, in unmessbar kurzer Zeit auf weite Entfernungen fortgepflanzt wird.

§. 88. Auf gleiche Weise bedarf die Wärme bei verschiedenen Körpern eine ungleich lange Zeit, um eine gegebene Länge derselben zu durchlaufen, wenn sie an einem Ende erhitzt sind. Hiermit zusammenfallend sind die Erscheinungen der Durchleitung der

Wärme durch die verschiedenen Körper, welche am langsamsten und schwersten bei den lockeren, am schnellsten bei den dichten Körpern ist.

Eine metallene, gläserne und hölzerne Stange mit ihrem einen Ende in glühende Kohlen gelegt, sind in gleichen Abständen hiervon ungleich warm.

Man sichert die Körper gegen den Einfluss der Hitze und der Kälte am besten durch lockere Körper, trockne Luft, Federn, Pelzwerk, Seide, Baumwolle, Asche, Holz; daher die Wärme in hölzernen Häusern, der Nutzen der Strohdächer (auch über Eiskellern), der Kleidung und Betten, die hölzernen Handgriffe und Umwindungen metallener Handhaben, das Erhalten des Feuers unter der Asche u. dgl. m. Alle Flüssigkeiten pflanzen die Wärme hauptsächlich durch die in ihnen stattfindenden Strömungen fort, um so mehr, je dünner sie sind, und daher bei ungleichem spec Gew. der einzelnen Schichten am leichtesten in Strömungen versetzt werden.

Noch nicht genügend erklärt ist *Leidenfros's* Versuch und die Unverbrennlichkeit der menschlichen Haut.

§. 89. Die verschiedenen Körper erfordern eine verschiedene Menge der Wärme, um bis zu gleich hohen Temperaturen erhitzt zu werden. Hiernach bestimmt man die specifische Wärmecapacität.

Wird die einem Körper zugeführte Wärme stets wieder abgeleitet, so kann er nicht bedeutend erhitzt werden. Daher ein Stück Leinen fest über eine Metallfläche (Uhrgehäuse) gespannt, durch eine Kohle nicht verbrennt.

Wenn ungleich erwärmte Mengen gleicher Körper vereinigt werden; so ist die dadurch erhaltene Temperatur die mittlere der Massen und der Temperaturen, ungleiche Körper verbunden geben ein hiervon abweichendes Resultat. So erfordert dem Gewichte nach eine gleiche Quantität Wasser 24mal so viel Wärme, um auf eine gewisse Temperatur gebracht zu werden,

als das Quecksilber. Die Körper dürfen nicht chemisch auf einander einwirken, weil hierdurch nach §. 86 Wärme erzeugt wird.

§. 90. Wird den Körpern Wärme zugeführt; so steigt ihre Temperatur im umgekehrten Verhältnisse ihrer respectiven Wärmecapacität so lange, als sie ihren Aggregatzustand nicht ändern. Gehen sie aber aus dem Zustande der Festigkeit in den der tropfbaren und aus diesem in den der expansibelen Flüssigkeit über; so wird ohne Erhöhung der Temperatur die Wärme gebunden, latent; durch eine entgegengesetzte Veränderung findet das Gegentheil statt.

Man nimmt diese Erscheinung am einfachsten wahr, wenn man ein Thermometer in ein Gefäß mit Schnee stellt. Ist dieser tief unter 0 Grad erkältet, so wird das Thermometer durch zugeführte Wärme bis 0 steigen, dann unverändert bleiben, bis aller Schnee geschmolzen ist, worauf die Fixität des Nullpunktes der Thermometer beruhet. Nach dem Schmelzen des Schnees steigt das Thermometer bis 100°C. und bleibt dann unverändert. Mischt man leicht zerfließbare Salze mit Schnee, so werden beide schnell schmelzen, und dadurch hohe Grade künstlicher Kälte erzeugen. Noch mehr Wärme wird erfordert, um tropfbare Flüssigkeiten zu verdampfen, woraus die große Kälte erklärlich ist, welche leicht verdampfbare Flüssigkeiten z. B. Wasser, Weingeist, Aether u. dgl. erzeugen, wesswegen auch hierdurch hohe Grade der Kälte künstlich erzeugt werden können. Zu den Erscheinungen des umgekehrten Verhaltens gehört die Wärmeerzeugung durch krystallisirende Salze, durch gefrierendes Wasser, welches nahe stehende Gegenstände daher gegen das Gefrieren schützt, und durch das Niederschlagen des Dampfes beim Destilliren.

§. 91. Wenn feste Körper durch Wärme flüssig werden; so sagt man: sie schmelzen. Die hierzu erforderliche Wärme ist bei den verschiedenen Körpern sehr verschieden, indem einige durch die stärksten

Grade der Hitze gar nicht oder kaum flüssig werden, andere in den höchsten Graden der Kälte noch flüssig bleiben. Allgemein sind alle zusammengesetzten Körper leichter flüssig als ihre einfachen Bestandtheile.

Unter die strengflüssigsten Körper gehören der Kohlenstoff, die reinen Erden, das Scheel, Platin, Magnesium, Eisen u. s. w. Schwer gefrierende Körper sind Quecksilber bei -40° C. Schwefeläther bei -44° , Ammoniak bei -50° , und absoluter Alkohol ist bis jetzt noch nicht zum Gefrieren gebracht. Um strengflüssige Körper leichter schmelzen zu machen setzt man die sogenannten Flüsse zu, als Borax, Flußspath u. dgl. auch schmelzt die Kieselerde durch Alkalien zu Glas. Im siedenden Wasser schmelzt das Rosesche Metall.

Ruhig stehendes reines Wasser läßt sich bis tief unter 0° C. erkälten, ohne daß es gefriert, welches aber durch Bewegung sogleich erfolgt. Dasselbe hat bei $4^{\circ};4$ C. seine größte Dichtigkeit und wird über und unter diesem Punkte gleich stark ausgedehnt, noch stärker aber, nämlich im Mittel um 0,1 seines Volumens durch die Verwandlung in Eis, und dieses geschieht mit einer ungeheuern Kraft, so daß das Eis Bäume und Felsen spaltet und Mauern hebt.

Viele Körper z. B. Kohlen, verbrennen früher, als sie schmelzen.

§. 92. Die tropfbaren Flüssigkeiten werden durch Wärme in Dampf verwandelt, welcher zwar expansibel ist, wie die Luft, aber andere Gesetze der Dichtigkeit und Elasticität befolgt, als diese, und durch Verminderung der Temperatur zum Theil niedergeschlagen, oder wieder in tropfbare Flüssigkeit verwandelt wird.

Alle Flüssigkeiten werden in Dampf verwandelt, u. z. um so leichter, je leichter sie sieden. Die fetten Oele verdampfen daher am wenigsten, weil sie durch Hitze zersetzt werden, und deswegen nicht eigentlich sieden. Am leichtesten verdampfen die Aetherarten, der Weingeist und Wasser. Das Quecksilber verdampft wenig in gewöhnlicher Temperatur; auch die

strengflüssigsten Metalle verdampfen durch hohe Grade der Hitze. Im luftleeren Raume, oder wenn stets neu hinzukommende Luft den gebildeten Dampf aufnimmt, ist die Verdampfung stärker, daher die Abkühlung und das Austrocknen durch Luftverdünnung und Luftzug. Obgleich von den meisten Flüssigkeiten in jeder Temperatur Dampf gebildet wird, so geschieht dieses doch vorzüglich stark beim Sieden. Letzteres findet nämlich statt, wenn die gebildeten Dämpfe eine gleiche Elasticität erhalten, als die auf die Flüssigkeit drückende expansibele Flüssigkeit (im Allgemeinen die Luft) besitzt, weswegen das Sieden im luftverdünnten Raume und auf hohen Bergen bei geringerer Hitze, in verschlossenen Gefäßen aber bei höherer, bis zur höchsten Temperatur stattfindet, und unmöglich wird, wenn die Dämpfe des Gegendrucks wegen nicht aufsteigen können. Das Sieden nämlich besteht eben in dem freien Aufsteigen der gebildeten Dämpfe in der Flüssigkeit.

Wenn zur Bildung des Dampfes bei steigender Temperatur stets neue Flüssigkeit vorhanden ist; so kann man sagen, daß derselbe im Maximo seiner Dichtigkeit sei, oder daß ein gegebener Raum so viel Flüssigkeit in Dampfform enthalte, als in demselben existiren kann. Wird also der Raum verkleinert oder die Temperatur vermindert; so muß ein Theil Dampf als tropfbare Flüssigkeit niedergeschlagen werden. Die Dichtigkeit und insbesondere die Elasticität dieses Dampfes wächst mit der Temperatur außerordentlich. Im luftleeren und im luftvollen Raume kann eine gleiche Quantität Wasserdampf existiren, es ist aber nicht nothwendig, daß die Luft, obwohl sie in der Regel nie ganz frei von Wasserdampf ist, damit gesättigt sei. Ist ferner keine neue Flüssigkeit vorhanden, um den Dampf bei steigender Wärme stets im Maximo seiner Dichtigkeit zu erhalten; so steigt die Elasticität des vorhandenen auf gleiche Weise als die der Luft.

Bei 28 par. Zoll Barometerhöhe siedet Schwefeläther bei 37° , Alkohol bei $79,7^{\circ}$ Wasser bei 100° , Terpen-

tinöl bei 150° bis 150° Vitriolöl bei 285° , Schwefel bei 293° , Quecksilber bei 356° .

Wenn man abwechselnd über und unter einen Embolus in einem (metallenen) Stiefel Dampf von großer Elasticität strömen läßt, und im entgegengesetzten Wechsel wieder abkühlt, wodurch er seine Elasticität verliert; so muß der Embolus sich auf und nieder bewegen, und dieses ist das einfache Princip der Dampfmaschinen im Allgemeinen und auch bei den Dampfschiffen, indem die lothrecht oder horizontal bewegte Stange des Embolus die erforderliche Maschinerie in Bewegung setzt. Wendet man hierbei sehr heißen, und somit stark elastischen Dampf an, welcher durch eine Abkühlung von etwa 20 bis 40 Graden zwar noch sehr elastisch bleibt, aber doch viel von seiner ursprünglichen hohen Elasticität verliert, so erhält man die Dampfmaschinen von hohem Drucke (*high pressure*) welche hauptsächlich durch *Perkins* ausgeführt sind. Uebersteigt aber die Hitze des Dampfes die Siedehitze nur um etwa 10 bis 20 Grade; so hat man die von niedrigem Drucke.

Wegen der ungeheuern Gewalt der Dämpfe, welche auf zwei bis 35 Atmosphären getrieben wird (so daß also der Dampf gegen eine Fläche 35 mal so stark drückt, als die atmosphärische Luft, oder im Mittel 35×2200 Pf. gegen einen pariser Quadratfuß), bringt man Sicherheitsventile an, und wenn diese vernachlässigt und etwa festgelegt werden; so erfolgen die zuweilen sich ereignenden gefährlichen Explosionen.

Das Wasser löset viele Körper auf, und seine auflösende Kraft wächst mit der Temperatur. *Papinus* erfand daher den nach ihm benannten Digestor, einen kupfernen Topf mit festgeschrobenem Deckel, um durch Wasser über den Siedepunkt erhitzt Bouillon aus Knochen zu bereiten. Leitet man siedend heißen Dampf in Wasser; so wird dieses allmählig selbst sieden. Man nennt dieses Kochen durch Dämpfe.

§. 93. Da die Verdampfung (auch Verdunstung genannt) der tropfbaren Flüssigkeiten, speciell genommen des Wassers, bei allen Temperaturen statt findet, die Luft daher stets einen gewissen Antheil Wasserdampf enthält, dieser aber durch Verminderung der Temperatur in so viel größerer Menge niedergeschlagen wird, je höher die Temperatur vorher und die Verminderung nachher war, hieraus aber die wässerigen Meteore entstehen; so hat man sich stets bemühet, die Menge des Wasserdampfes in der Atmosphäre zu messen, und zu diesem Ende verschiedene Hygrometer in Vorschlag gebracht, von denen aber keins auf die Dauer seinem Zwecke genügt, aufser das von *Daniell* angegebene.

Der hygroskopischen Substanzen, oder solcher, welche aus der feuchten Atmosphäre den Wasserdampf anziehen und hierdurch feucht werden oder quellen, giebt es eine große Menge, und die Beobachtung derselben mußte von selbst auf die Erfindung der Hygrometer führen. Es gehören dahin vorzüglich das Kochsalz, frisches Holz, Darmsaiten, Papier, die Grannen mancher Getraidearten und der Pelargonien, Federkiele, Haare u. dgl. Früher standen die Branderschen und die hiernach gemachten Nürnberger Hygrometer mit Darmsaiten vorzüglich in Ansehen, später *Saussure's* Haarhygrometer und *de Luc's* Fischbeinhygrometer aus einem feinen, nach dem Querschnitt gehobelten Streifen Fischbein. Auch giebt ein unpräparirter, sehr dünn geschabter, und entweder spiralförmig geschnittener, oder nur mit Quecksilber gefüllter und mit einer engen hineingedrückten und festgebundenen Glasröhre versehenen Federkiel ein gutes Hygrometer. Diese zeigen auch anfangs richtig, wenn man sie durch Wasserdampf möglichst feucht macht, und nachher unter einer Glocke mit untergesetztem kaustischen Kali oder salzsaurem Kalk völlig austrocknet, den Punkt, auf welchen sie im ersten Falle zeigen, mit 100, im letzteren mit 0 bezeichnet. Allein alle bis jetzt bekannte hygroskopische Sub-

stanzen trocknen sehr bald so aus, daß sie die Feuchtigkeit nicht mehr gehörig aufnehmen. *Daniell's* Hygrometer, welches jedoch bis jetzt noch nicht leicht genug verfertigt werden kann, ist daher das einzige auf längere Zeit brauchbare.

§. 94. Ob die Gasarten, eben wie die Dämpfe, aus einer wägbaren Grundlage und dem expandirenden Wärmestoffe bestehen, ist noch nicht bestimmt ausgemacht. Indefs wird diese, schon früher von vielen gehegte Meinung jetzt im höchsten Grade wahrscheinlich, indem verschiedene Gasarten, als Chlorgas, hydrothionsaures und kohlenaures Gas u. a. durch starken Druck flüssig gemacht sind.

B. L i c h t.

§. 95. Das Licht, welches vorzugsweise die Nerven des Auges afficirt, ist einziges Mittel der Erleuchtung, erzeugt in hinlänglicher Stärke zugleich Wärme und wirkt chemisch.

Ein eigentliches Sehen findet blos durch den Gesichtssinn statt, welcher indess durch das Gefühl, jedoch nur unvollkommen, ersetzt werden kann.

Die chemische Wirkung des Lichtes ist sehr auffallend, und wird namentlich in der Färbung der Vegetabilien, der Zerstörung und Veränderung mancher Farben, der Schwärzung des Hornsilbers und vielen andern Erscheinungen wahrgenommen.

§. 96. Das Licht wird von so vielen Körpern und durch so mannigfache Bedingungen entbunden, daß man die Fähigkeit zu leuchten als eine sehr allgemeine und nur durch wenige Ausnahmen beschränkte ansehen darf. Indefs lassen sich die stets Licht gebenden, oder sogenannten selbstleuchtenden Körper von den dunkeln unterscheiden, welche nur unter gewissen Bedingungen oder überhaupt kein Licht entwickeln.

Stets selbstleuchtende Körper sind die Fixsterne, vielleicht auch die Cometen. Ausserdem leuchten die

Körper beim Verbrennen, welches eigentlich in einem hohen Grade des Glühens besteht, weswegen auch in einer Lichtflamme sehr feiner Eisendraht verbrannt und dünnes Glas geschmolzen werden kann. Beim langsamen Verbrennen der Körper (ohne hohe Temperatur) findet ein schwaches, im Dunkeln sichtbares, Leuchten statt, z. B. des Phosphors, der See, bei faulenden thierischen und vegetabilischen Körpern. Ferner wird bei manchen chemischen Verbindungen (explodirenden) Licht entbunden. Die sogenannten Lichtmagnete (Phosphoren) geben im Dunkeln das eingesogene Licht wieder von sich, z. B. geschlagener Zucker, Kreide an einem heißen Tiegel gerieben, Glas beim Schleifen, geriebene Edelsteine u. dgl. Hauptsächlich leuchtet die Electricität.

§. 97. Die Erscheinungen des Lichtes lassen sich am leichtesten durch die Annahme eines eigenthümlichen Lichtstoffes erklären, welcher nach *Euler* aus einem überall verbreiteten, durch seine Schwingungen den Lichteindruck erzeugenden Aether besteht, nach *Newton* aber aus den leuchtenden Körpern ausströmt.

Alle gründlichen, mit den Erscheinungen hinlänglich vertrauten Optiker kommen darin überein, daß sie eine eigenthümliche Potenz als Ursache der Lichterscheinungen annehmen. Ob aber *Euler's* oder *Newton's* Hypothese die richtige sey, ist sehr schwer zu entscheiden. Bei der Demonstration der Phänomene kann man immerhin mit *Newton* von Lichtstrahlen reden, wenn man darunter auch nach *Euler* und einigen Neueren die Wellen des Lichtäthers versteht.

§. 98. Die Lichtmaterie ist außerordentlich fein, und durchdringt daher die dichtesten Körper.

Man kann durch das feinste Löchelchen viele tausend Fixsterne sehen. Am wenigsten durchsichtig sind diejenigen Körper, welche aus den schwersten Atomgewichten bestehen, z. B. die Metalle, oder welche das Licht stark verschlucken, z. B. Kohle. Metalle in Säuren aufgelöst sind durchsichtig, und dünne Goldblätt

chen durchscheinend. Vollkommen durchsichtig ist kein Körper, selbst die Luft nicht. Manche undurchsichtige Körper werden mit durchsichtigen Körpern getränkt durchscheinend, z. B. Papier mit Oel.

1) O p t i k

oder geradlinige Verbreitung des Lichtes.

§. 99. Das Licht verbreitet sich vom leuchtenden Körper geradlinig nach allen Seiten mit gleicher Stärke und einer Geschwindigkeit, welche über 40,000 Meilen in einer Secunde beträgt. Die Stärke desselben ist den Quadraten der Entfernung umgekehrt proportional, und sein Eindruck im Auge dauert 10 bis 15 Terzien.

Auf der geradlinigen Verbreitung des Lichtes beruhet das Visiren.

Die Geschwindigkeit des Lichtes kann nur aus astronomischen Beobachtungen gefunden werden, indem es den Raum von der Sonne bis zur Erde zu durchlaufen nur 8 Min. 13,2 Sec. gebraucht. Dauerte der Lichteindruck auf das Auge nur 6 Terzien, so könnten die einzelnen Lichtpulsus 4120 Meilen von einander abstehen, und würden dem Auge bei dieser Geschwindigkeit doch noch als ein ununterbrochenes Ganzes erscheinen.

§. 100. Wenn undurchsichtige Körper das Licht auffangen, so entsteht der Schatten, welcher durch die Grenzen der Erleuchtung wahrgenommen wird. Er ist so vielfach, als Lichtquellen da sind, und der Stärke derselben direct proportional, bezeichnet die Grenzen der undurchsichtigen Körper genau, und ist Kernschatten oder Halbschatten.

Man kann die Intensität des Lichtes leichter nach der Stärke des Schattens als nach der Helligkeit des Lichtes selbst bestimmen; daher die Photometrie durch den Schatten.

2) K a t o p t r i k oder Zurückstrahlung des Lichtes.

§. 101. Alle Körper werfen von den auffallenden Lichtstrahlen eine gewisse, jedoch bei den verschiedenen Substanzen sehr ungleiche Menge zurück. Sind ihre Oberflächen polirt; so werfen sie die Lichtstrahlen regelmässig zurück und erzeugen ein Bild.

Durch das zurückgeworfene Licht werden die Gegenstände sichtbar, und sind so viel heller, je mehr Licht sie zurückwerfen. Ein völlig schwarzer Körper müßte unsichtbar seyn, die Sichtbarkeit aber ist Folge des reflectirten weissen Lichtes. Auch ein vollkommener Spiegel müßte, obgleich die Bilder der Gegenstände zeigend, an sich unsichtbar seyn; alle Spiegel aber verschlucken etwas Licht, und strahlen etwas unregelmässig reflectirtes zurück, wodurch sie sichtbar werden.

Worauf die eigentliche physische Ursache der Reflection beruhe, ist noch nicht ausgemittelt. Es spiegeln indess alle polirte Flächen sowohl der festen als flüssigen, durchsichtigen als undurchsichtigen Körper.

§. 102. Bei der Spiegelung gilt das allgemeine Gesetz, daß der Einfallswinkel dem Ausfallswinkel gleich ist.

Unter dem Einfallswinkel versteht man entweder die Neigung gegen die spiegelnde Fläche, oder gegen einen auf den Punkt des Einfalls gefällten Perpendikel. Die letztere Bezeichnungsart ist die ältere, und wird in diesem Buche überall verstanden.

§. 103. Bei ebenen Spiegeln bleibt der Parallelismus der Lichtstrahlen unverändert, und man kann sich daher vorstellen, es werde der vom Objecte ausgehende Lichtkegel auf der spiegelnden Fläche abgebrochen und ins Auge zurückgeworfen, wie fig. 17 erläutert.

§. 104. Auch das durch Spiegelung erzeugte Bild kann durch einen oder mehrere andere Spiegel abermals reflectirt werden. Das Bild läßt sich daher durch

wiederholte Spiegelung nach jedem Orte hin versetzen und durch zwei oder mehrere gegen einander geneigte Spiegel vervielfältigen.

Die letztere Erscheinung findet dann statt, wenn die durch einfache und mehrfache Spiegelung reflectirten Lichtstrahlen zugleich in das Auge fallen. Hierauf beruhen die Spiegelzimmer, das Nürnberger Strahlenkästchen und das nach diesem gebildete Kaleidoskop.

§. 105. Die Wirkungen der krummen Spiegel kann man dadurch auf die der ebenen zurückführen, daß man an jedes reflectirende Element derselben eine Tangente legt, und hierdurch den Ort findet, wohin ein einfallender Lichtstrahl reflectirt werden muß.

Die allgemeine Bestimmung der Spiegelung durch die verschiedenen möglichen krummen Spiegelflächen würde hiernach mit unglaublichen Schwierigkeiten verbunden seyn.

§. 106. Die gebräuchlichen krummen Spiegel sind sphärisch, und man kann sie sich als einen Theil einer hohlen Kugel vorstellen. Ist dann die convexe Seite polirt, so sind sie convexe, ist die hohle polirt, concave oder Hohl-Spiegel. Bei beiden ist der Radius, die Tangente und die Chorde leicht bestimmbar.

§. 107. Ein Hohlspiegel vereinigt die nahe bei der Axe einfallenden, mit dieser parallelen Lichtstrahlen in einen Punkt, welcher der Brennpunkt genannt wird, und um den halben Halbmesser von der Spiegelfläche entfernt ist. Weiter von der Axe einfallende Lichtstrahlen schneiden die Axe näher bei der Spiegelfläche, und hieraus entsteht die Abweichung wegen der Kugelgestalt. Die von den verschiedenen Theilen eines entfernten Objectes ausgehenden, nahe bei der Axe einfallenden Strahlen müssen daher ein verkehrtes Bild desselben darstellen, welches bei der Sonne der fälschlich sogenannte Brennpunkt, richtiger der Brennraum ist, dessen Brennkraft dem Quadrate seines Durchmessers in das Quadrat der Chorde des Spiegels directe und der Entfernung vom Spiegel umgekehrt proportional ist.

Aus der Abweichung wegen der Kugelgestalt ist erklärlich, warum die Spiegel der Teleskope so lange Brennweiten haben, und warum es so schwer ist, große Brennspiegel zu verfertigen. *Büffon* versuchte den Brennspiegel des Archimedes aus kleinen ebenen, neben einander zur gehörigen Krümmung gefassten Spiegeln herzustellen.

§. 108. Indem aus dem bisher Gesagten hervorgeht, daß sehr weit entfernte Objecte im Hohlspiegel ein vor demselben liegendes verkehrtes Bild erzeugen müssen, so folgt gleichfalls, daß bei größerer Nähe des Objectes das Bild weiter vom Spiegel rückt, mit dem Objecte in der Entfernung des Halbmessers des Spiegels zusammenfällt, ganz verschwindet, wenn das Object in den Brennpunkt kommt, gerade und vergrößert wird, wenn das Object über den Brennpunkt hinaus sich dem Spiegel nähert.

Diese wichtigen Sätze lassen sich leicht anschaulich machen durch geometrische Construction, wenn in fig. 18 und fig. 19 die Axe des Spiegels und die Radien $cp, cp \dots$ nach denjenigen Punkten des Spiegels gegeben sind, wohin die Lichtstrahlen von dem Objecte fallen, und man die Ausfallswinkel den Einfallswinkeln gleich macht, woraus von selbst das Bild $m'n'$ des Objectes mn und der Ort desselben folgt.

§. 109. Für convexe Spiegel nimmt man zur leichteren Demonstration und der Natur der Sache gemäß einen negativen Brennpunkt an. Die Construction zeigt auf gleiche Weise, daß sie gerade und verkleinerte, hinter dem Spiegel liegende Bilder zeigen müssen.

In fig. 20. ist c der Mittelpunkt der hohlen Kugel, wovon der Spiegel einen Theil ausmacht; cp, cp sind Radien, f ist der negative Brennpunkt, mpf, npf zeigen die negativen Einfalls- und Ausfallswinkel.

§. 110. Regelmäßig gekrümmte Spiegel müssen sonach die Bilder regelmäßig vergrößern oder verkleinern; unregelmäßig gekrümmte, so wie theils gerade theils gekrümmte Spiegel geben verzernte Bilder, oder von ihnen gemäß verzernten Objecten regelmäßige Bilder.

Die letzteren, durch cylindrische und conische Spiegel hervorgebracht, nennt man katoptrische Anamorphosen.

3) D i o p t r i k

oder Brechung des Lichtes.

§. 111. Wenn das Licht bei seiner Bewegung auf einen durchsichtigen Körper fällt; so wird es von demselben angezogen und in seiner Bewegung beschleunigt. Hiernach muß es an der Grenze gebrochen werden, und zwar dem Einfallslothe sich nähernd, wenn es aus einem weniger brechenden Mittel in ein stärker brechendes übergeht, und umgekehrt.

Für einen jeden Körper von einer gewissen brechenden Kraft findet ein beständiges Verhältniß zwischen dem Sinus des Einfallswinkels und dem Sinus des Brechungswinkels statt, oder es ist $\sin. i : \sin. r = n$. Indem n für Wasser nahe $= \frac{4}{3}$, für Glas $= \frac{3}{2}$ ist; so zeigt Fig. 21. wie ein von n ausgehender Lichtstrahl nach g oder nach h gebrochen werden muß, wenn ab die das Wasser oder das Glas begränzende Ebene bezeichnet.

§. 112. Durch mühsame Versuche hat man die brechende Kraft der verschiedenen Körper aufgefunden, wonach im Allgemeinen dieselbe der Dichtigkeit nahe proportional ist.

Eine starke lichtbrechende Kraft haben die verbrennlichen Körper, die stärkste der Diamant, woraus *Newton* seine Brennbarkeit folgerte. Daß sich die Brechung in Zurückstrahlung verwandeln müsse, wenn der Brechungssinus größer wird als der $\sin.$ von 90° , läßt sich durch Fig. 21. anschaulich machen, wenn man bei gleichbleibendem Verhältnisse zwischen $nm : kh$ die Linie hcn in c drehbar betrachtet, und von h nach b bewegt.

Die Brechung zeigt sich bei einer in Wasser getauchten Glasröhre, dem Schiessen der Fische im Wasser,

einer Münze, welche durch die Ränder des Gefäßes, worin sie liegt, unsichtbar, durch Wasser sichtbar wird; durch eine Schrift, welche unter eine dicke Glasscheibe gelegt, der Oberfläche näher zu kommen scheint u. dgl. m.

§. 113. Wenn Körper von ungleicher brechender Kraft über einander liegen, so wird der durchgehende Lichtstrahl eine krumme Linie beschreiben. Am häufigsten ist dieses der Fall bei den ungleich dichten Luftschichten, und erzeugt die astronomische und irdische Strahlenbrechung.

Die Brechung des Lichtes in der ungleich erwärmten Luft über brennenden Höhlen, neben geheizten Oefen, vor den Oeffnungen geheizter Backöfen, beim Ausströmen aus stark geheizten Zimmern, über Ziegel- oder Schieferdächern bei starker Sonnenhitze erzeugt die flimmernden Bilder. Vorzüglich werden hieraus die Erscheinungen der sogenannten Luftspiegelung (*mirage*) erklärlich.

§. 114. Ist ein brechender Körper von parallelen Flächen begrenzt; so erleidet der durchgehende Lichtstrahl auf beiden Seiten eine entgegengesetzte Brechung, deren eine die andere aufhebt. Sind aber die Flächen nicht parallel; so wird der Lichtstrahl nach der dickeren Seite hin gebrochen werden.

Den einfachsten Fall erläutert Fig. 22., der Durchschnitt des Prisma, welcher ein gleichschenkliches Dreieck ABC bildet. Der einfallende Lichtstrahl Dk würde ungebrochen in p anlangen, durch die Brechung gelangt er nach l , und von dort nach o . Kennt man den Winkel s und x ; so läßt sich die brechende Kraft des Körpers finden, woraus das Prisma verfertigt ist. Hieraus folgt, daß Gegenstände durch ein Prisma oder ein Glas mit nicht parallelen Flächen gesehen, ihren Ort verändern müssen. Geschieht dieses bei mehreren Punkten des nämlichen Objectes, so erhält man ein Zerrbild, und durch gehörige Verzerrung des Ob-

jectes ein ordentliches Bild, worauf die dioptrischen Anamorphosen beruhen.

Verwandelt sich (§. 112.) die Brechung in Zurückstrahlung, so wird alles Licht reflectirt. Man benutzt daher nach *Newton's* Vorschlage geeignete Prismata Fig. 23. statt der Oculare in Fernröhren, Patentbousolen, zu der *Wollaston'schen camera lucida*, wobei der Lichtstrahl die Richtung $\alpha\beta\gamma\delta$ erhält, durch Umkehrung und Hinleitung des Bildes in einen dunkelen Raum aber zur *camera obscura*.

§. 115. Durchsichtige Körper mit unregelmässig gekrümmten Flächen müssen hiernach verzernte, mit regelmässig gekrümmten aber regelmässig veränderte Bilder geben. Am bekanntesten in dieser Hinsicht sind die von sphärisch gekrümmten Flächen begrenzten Linsengläser, deren es sechs Arten giebt, nämlich die biconvexe, planconvexe und concavconvexe oder der Meniscus; dann das biconcave, planconcave und convexconcave. Die ersteren heissen Sammlungsgläser, die letzteren Zerstreuungsgläser.

Bei der Brechung kommen die Halbmesser der Krümmung und die brechende Kraft des Glases in Betrachtung. Für die ebene Fläche ist der Krümmungshalbmesser unendlich; beim Meniscus ist der Halbmesser der concaven Fläche der grösste, bei der convexconcaven Linse umgekehrt der der convexen.

§. 116. Aus der brechenden Kraft des Glases und der Gestalt der Linsen folgt, daß mit der Axe parallele Lichtstrahlen im Brennpunkte vereinigt werden müssen, und daß die von den verschiedenen Theilen des Objectes ausgehenden ein verkehrtes Bild erzeugen, welches für sehr entfernte Objecte im Brennpunkte liegt, bei grösserer Nähe desselben sich weiter entfernt, und bei seinem Eintritte in den Brennpunkt unendlich weit entfernt wird, oder verschwindet. Bei concaven Linsen nimmt man einen negativen Brennpunkt an.

Bei Linsengläsern kommt die Abweichung wegen

der Kugelgestalt gleichfalls in Betrachtung (§. 107.), daher die langen Brennweiten der Objectivlinsen.

Vernachlässigt man die Dicke der Linse, ist das Brechungsverhältniß des Lichtes aus Luft in Glas $\equiv 1 : n$, und heißen die Radien R und r ; so ist für weit herkommende Lichtstrahlen allgemein die Brennweite $f \equiv$

$$\frac{R r n}{(R + r)(1 - n)} \text{ also, wenn } n \equiv \frac{2}{3}, \text{ für biconvexe Linsen } f \equiv r \text{ (weil } R \equiv r) \text{ für den Meniscus } f \equiv \frac{2 R r}{R - r}$$

(weil R negativ) für planconvexe $f \equiv 2 r$ (weil $R \equiv \infty$).

Ist aber die Entfernung eines Objectes von der Linse $\equiv b$, der Abstand des Bildes von derselben $\equiv d$;

so ist $d \equiv \frac{b f}{b - f}$. Convexe Linsen geben daher im

Brennpunkte ein verkleinertes Bild der Sonne, welches der Linse nicht näher liegen kann, als in der Entfernung des gemeinschaftlichen Halbmessers, mithin doppelt so weit als bei Brennspiegeln. Indefs sind Brennlinsen bequemer zu handhaben.

Die Bilder $f f$, welche hinter convexen Linsen nach fig. 24. erzeugt werden, lassen sich auf Papier, einer weissen Wand u. s. w. auffangen, und sind in dem inwendig schwarzen Rohre der Teleskope in der Luft schwebend sichtbar. Wie dem Auge das Bild $f f$ des Objectes $S S$ erscheint, zeigt für convexe Linsen von kurzen Brennweiten (Loupen) fig. 25 und für concave fig. 26.

4) Zerstreuung des farbigen Lichtes.

§. 117. Bei der Brechung des Lichtes durch prismatische durchsichtige Medien wird dasselbe in sieben farbige Theile zerstreuet, welche durch ungleiche Brechung entstehen, und von dem am stärksten gebrochenen violetten durch dunkelblau, hellblau, grün, hellgelb, dunkelgelb (oder orange) zum rothen übergehen. Da eine wiederholte Brechung keine von diesen Far-

ben weiter zu verändern vermag, sie sämmtlich aber vom Auge als merklich verschieden erkannt werden; so ist es am natürlichsten, diese als einfache anzusehen.

Hinter dem Prisma erscheint das Sonnenbild nicht rund, sondern länglich, welches eine Folge der ungleichen Brechung des Lichtes ist. Ein Linsenglas vereinigt die Farben wieder zu weißem Lichte. Aus einem ähnlichen Grunde zeigt ein Prisma gegen den heiteren Himmel gerichtet keine Farben, wohl aber an den Rändern der gesehenen Objecte, weil durch jene die übrigen Lichtstrahlen abgeschnitten werden. Blaues und gelbes Licht bringen zwar auch grünes hervor, allein dieses wird durch ein Prisma wieder zerlegt, und ist also nicht einfach.

§. 118. *Newton* nahm an, das weiße Licht sey aus sieben farbigen Lichtstrahlen zusammengesetzt, zugleich aber bestimmte er durch unverbesserlich genaue Messungen die Gröfse und das Brechungsverhältniß dieser einfachen Farben im Prisma.

Newton theilte die doppelte Länge des Spectrums, die Bögen an den Enden nicht mitgerechnet, in 720 Theile, und fand, daß Violett 80, Indigo 40, Blau 60, Grün 60, Gelb 48, Orange 27, Roth 45 solcher Theile einnehmen. Ferner setzte er bei Prismen aus *Crown*-Glas den Einfallssinus $\equiv 1$ und fand den Brechungssinus für Roth $\equiv 1,54$ bis $1,5425$, für Orange bis $1,544$, für Gelb bis $1,54667$, für Grün bis $1,55$, für Blau bis $1,5533$, für Indigo bis $1,5555$, für Violett bis $1,56$. Indefs ist die Farbenzerstreuung bei den verschiedenen Körpern verschieden.

Frauenhofer hat regelmässige Streifen im sehr hellen und vergrößerten Spectrum entdeckt, welche zu wichtigen Untersuchungen über das Wesen des Lichtes sowohl geführt haben, als noch führen werden.

§. 119. Die verschiedenen Körper haben die Fähigkeit, das durchgehende Licht sowohl als auch das reflectirte auf eine eigenthümliche Weise so zu modi-

ficiren, daß es eine einfache, oder eine gemischte Farbe zeigt. Am meisten ist dieses der Fall bei den Pigmenten, deren Farbe aber nie ganz rein ist. Alle Farben vereinigt geben weißes Licht, die Abwesenheit aller Farbe ist schwarz.

Farbe, im strengsten Sinne, ist farbiges Licht, wie im Prisma, im Regenbogen u. s. w.; die sogenannten Farben oder Farbstoffe (Pigmente) modificiren das auffallende und durchgehende Licht so, daß der Eindruck des farbigen Lichtes im Auge entsteht. Die Farbe eines Pigments ist indess nie ganz rein, sondern allezeit etwas schmutzig, und meistens gemischt, auch lassen durchsichtige gefärbte Körper nur vorzugsweise gefärbtes, zugleich aber auch weißes Licht durch sich hindurch, weswegen sie vor das Auge gehalten, die Körper in ihrer verschiedenen Färbung erkennen lassen. Je tiefer ein Lichtstrahl in den gefärbten Körper eindringt, und je weniger weißes Licht von der Oberfläche des letzteren reflectirt wird, um so mehr nimmt jener die Farbe des Körpers an.

Manches Farbenspiel wird blos durch die Beschaffenheit der Oberfläche der Körper erzeugt, z. B. bei Perlmutter. Das Schillern entsteht durch einen unstillen Wechsel der Farben als Folge der Reflection des verschiedenen Lichtes nach der Verschiedenheit der Richtung des Auffallens desselben. Die Vereinigung des verschiedenfarbigen Lichtes erzeugt die zusammengesetzten Farben, die Vereinigung aller farbigen Strahlen giebt Weiß. Daher die Farbenspindeln.

8) Beugung des Lichtes.

§. 120. Wenn ein feiner Strahl des weißen Lichtes durch einen engen Raum zwischen zwei scharfen Blechen durchgehend in einem dunkeln Zimmer aufgefangen wird; so entsteht an der gegenüberliegenden Wand ein mit der Entfernung an Breite zunehmender Lichtstreifen, welcher in der Art Farben zeigt, daß

die rothen nach Aussen, die violetten aber nach Innen liegen. Ist dagegen der durchgehende Strahl einfaches farbiges Licht; so enthält das Bild abwechselnde Streifen von Licht und Schatten.

Die Farben werden am leichtesten erkannt, wenn man den durch einen Spiegel reflectirten, durch eine feine Ritze zwischen zwei Blechen durchgehenden Sonnenstrahl auf einer mattgeschliffenen Glastafel auffängt. *Frauenhofer* vervielfältigt die entstehenden Bilder, indem er den Lichtstrahl durch mehrere sehr feine parallele Ritzen durchgehen läßt, und erklärt sehr scharfsinnig diese gesammten Erscheinungen aus der Theorie der Lichtwellen. Eine ähnliche interessante Erscheinung giebt der einfache Versuch, wenn man durch die Fahne einer Rabenfeder gegen die helle Sonne siehet, und eine Menge übereinander liegender Spectra wahrnimmt.

§. 121. Wird ein feiner Körper in einen einfach farbigen oder weissen Lichtstrahl gehalten; so wirft derselbe durch Abbeugung des Lichtes einen breiteren Schatten an die Wand, als seiner Dicke proportional ist. Zugleich aber werden um denselben andere Lichtstrahlen gebogen, welche in einzelnen Streifen in seinen Schatten fallen. Diese Zusammenbiegung findet auch bei dickeren Körpern statt, ist aber dann verhältnißmäfsig schwächer.

Aus dieser Beugung des Lichtes erklärt man den Lichtsaum um den Mond bei centralen Sonnenfinsternissen, die flimmernden prismatischen Farben des hellen Sonnenlichtes, wenn es an feinen Haaren oder den Rissen in neuen Fensterscheiben streift u. a. m.

6) Doppelte Brechung des Lichtes.

§. 122. Verschiedene durchsichtige Krystalle haben die Eigenschaft, die durchgehenden Lichtstrahlen in zwei Theile zu spalten, wovon der eine die gewöhnlichen Gesetze der Brechung, der andere aber unge-

wöhnliche befolgt. Am auffallendsten und stärksten ist diese Erscheinung beim sogenannten Doppelspath, (kohlensauren Kalkspath).

Man nimmt diese doppelte Brechung des Lichtes am leichtesten wahr, wenn man einen hellen, etwas dicken rhomboidalen Kalkspath auf weißes Papier mit einem schwarzen Punkte oder einem rechtwinklichen Dreieck legt, und über diesen Figuren herumdrehet, wobei man deutlich wahrnimmt, daß die Quantität des Lichtes unter beide Bilder vertheilt wird, und daß die doppelte Brechung durch die Hauptkrystallisationsaxe, welche vom einen stumpfwinklichen Eck zum andern läuft, bedingt wird.

7) Polarisirung des Lichtes.

§. 123. Wenn das Licht auf spiegelnde Flächen unter einem Winkel von $54^{\circ} 35'$ fällt; so erleidet es eine eigenthümliche Veränderung, welche von Malus, dem Erfinder dieser Erscheinung, Polarisation genannt ist.

Die einfachste, zuerst entdeckte Erscheinung ist, daß der durch eine, auf der hinteren Seite mit Tusch geschwärzte, Glasplatte polarisirte Lichtstrahl von einer zweiten, und jener parallelen, aufgefangen deutlich reflectirt wird, aber verschwindet, wenn man die zweite Platte um den polarisirten Lichtstrahl bis zu einem Winkel von 90° umdrehet, und bei 270° abermals verschwindet. Am besten läßt sich hierzu die Flamme eines kleinen Wachslichtes benutzen. Der Polarisationswinkel ist nicht bei allen durchsichtigen Körpern gleich; der angegebene gehört dem Glase zu, dessen man sich in der Regel bedient.

§. 124. Geht der polarisirte Lichtstrahl, ehe er von der zweiten Platte reflectirt wird, durch vollkommen krystallisirte durchsichtige Körper in sehr dünnen Blättern, welche mit der Hauptkrystallisationsaxe parallel geschnitten sind; so zeigt sich beim Umdrehen ihrer Krystallisationsaxe um den polarisirten Lichtstrahl ein

vierfacher Wechsel der Intensität desselben, deren jeder um 45° vom früheren entfernt ist. Bei dünnen Blättchen, namentlich des blättrigen Gypses von Mont-Martre entstehen hierbei glänzende Farben, welche viermal in abwechselnden, um den genannten Winkel von einander abstehenden Lagen entstehen und schwinden.

Die dünnsten Blättchen des Gypses zeigen die schönsten und reinsten Farben, von den allerdünnsten Theilen, welche Weiß und Schwarz zeigen, bis zur Dicke von 0,25 Lin., bei denen keine Farbe mehr stattfindet. Mehrere Blättchen übereinander gelegt geben vermischte und minder reine Farben.

§. 125. Der Winkel, welchen der polarisirte Lichtstrahl mit der Fläche der Blättchen macht, ändert die Farben nicht, wovon bloß der Glimmer wegen seiner doppelten Krystallisationsaxe eine Ausnahme macht. Wird aber der zweite parallele Spiegel oder die Krystallisationsaxe des Blättchens um den polarisirten Lichtstrahl gedreht; so entsteht bei 90° und 270° die complementäre Farbe der bei 0° und 180° bestehenden, indem zugleich bei 45° Abstand von diesen Winkeln die Farbe ganz verschwindet.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß Blau und Gelb, Grün und Roth einander zugehören, und die helle Farbe allezeit der complementären dunkeln und umgekehrt. Legt man die dünnen Blättchen auf eine an der hinteren Seite mit Tusch geschwärzte Spiegelscheibe, und läßt das von weißen Wolken reflectirte Licht im gehörigen Winkel darauf fallen; so erhält man ähnliche, aber minder helle Farbenerscheinungen.

§. 126. Geht der polarisirte Lichtstrahl durch unvollkommen krystallisirte Körper, namentlich dicke Glasstücke oder mehrere aufeinandergelegte Glasscheiben; so entstehen verschiedene Farben mit einem schwarzen, oder für die complementären Farben mit einem weißen Kreutze.

Die Form und Lage der Farbenbilder wird durch die Form der Körper bedingt, auch entsteht ein schwar-

zes Kreuz in dicken Glasstücken durch Erhitzung einer oder zweier gegenüberstehender Ränder. Ueberhaupt gehören diese Erscheinungen unter die schönsten, aber für die Erklärung schwierigsten der Lichtpolarisation.

§. 127. Solche spiegelnde Körper, namentlich Metalle, in deren Innerstes das Licht weniger oder gar nicht eindringt, zeigen die Phänomene in einem weit geringeren Grade.

8) Farbenerzeugung durch dünne Lagen.

§. 128. Alle sehr dünnen Lagen der Körper, vorzugsweise der durchsichtigen, wenn sie an einer oder an zwei Seiten von andern durchsichtigen Körpern begrenzt sind, geben durch Reflection des Lichtes ein eigenthümliches Spiel grösstentheils sehr lebhafter prismatischer Farben.

Diese sehr mannigfaltigen Erscheinungen zeigen sich namentlich beim Anlaufen des Stahls und der anfangenden Oxydirung anderer Metalle, indem eine sehr dünne Lage Oxyd gebildet wird; beim Schillern der Fischschuppen u. s. w. Am schönsten nimmt man das Farbenspiel wahr bei Seifenblasen, wenn man sie gegen das Licht hält, bei den durch die Sonnenstrahlen verdorbenen Fensterscheiben, beim Irisiren des zersplitterten Glases, Quarzes u. dgl.

§. 129. *Newton* legte eine convexe Linse von langer Brennweite auf ein völlig ebenes Glas, erhielt dann im Punkte der Berührung einen schwarzen Fleck, welcher zunächst von einer weissen Kreisfläche, und dann von concentrischen Kreisen mit prismatischen Farben umgeben war. Aehnliche längliche Kreise geben zwei fest aufeinander gedrückte Spiegelglasscheiben oder Prismen.

Einen schwarzen Fleck im Berührungspunkte zweier Glasflächen kann man leicht erhalten, zur Erzeugung

der Farbenkringe aber sind unsere Linsen wegen zu kurzer Brennweiten nicht geeignet. Durch eine Loupe oder ein Prisma besehen werden sie deutlicher. Die erste helle Farbe entsteht beim Abstände der Flächen, welcher nicht mehr als $\frac{1}{178000}$ stiel eines engl. Zolles beträgt. Läßt man das Licht, nicht reflectirt werden, sondern durchfallen; so erscheint der schwarze Fleck weiß, der weiße Ring schwarz und statt der vorherigen Farben erhält man die complementären.

§. 130. Die Farbenkringe erscheinen auch im luftleeren Raume, desgleichen wenn Wasser oder ein sonstiger durchsichtiger Körper sich zwischen den Glasflächen befindet. Fällt einfaches prismatisches Licht auf die Farbenkreise; so erscheinen sie in diesen einfachen Farben, und ihre Zwischenräume sind dunkel.

Newton theilt die Farben, welche sich in den Farbenkringen wiederholen, in gewisse Ordnungen, welche mit der wachsenden Entfernung wechseln. Die Farben der dünnen Blättchen im polarisirten Lichtstrahle §. 124. zeigen einen ganz gleichen Wechsel bei zunehmender Dicke der Blättchen, bedingt durch das Brechungsvermögen der Körper, woraus sie bestehen.

9) Hypothese der Anwandlungen.

§. 131 und 132. Zur Erklärung dieser Phänomene nimmt *Newton* an, daß jedes Lichttheilchen bei seiner Bewegung in durchsichtigen Mitteln gewisse Wechsel (*voices*, englisch: *fits*, Anwandlungen) des leichteren Durchganges und der leichteren Zurückstrahlung befolge. Indem aber die Geschwindigkeit der Bewegung des farbigen Lichtes dem Brechungsverhältniß desselben proportional ist; so müssen gewisse farbige Lichtstrahlen bei ihrer Bewegung durch die ungleichen Räume zwischen den Glasflächen eine Anwandlung der Zurückstrahlung, andere des Durchganges erhalten, wodurch dann die wechselnden Farbenkringe erklärlich werden.

Dieses ist zwar nur eine sinnreiche Hypothese, deren Kenntniss aber zur Uebersicht der Newtonschen Farbentheorie gehört. Man hat neuerdings eine andere, auf die Voraussetzung von Lichtwellen eines Aethers gestützte Hypothese aufgestellt, welche allerdings einer genaueren Prüfung würdig ist, und wegen der Wichtigkeit, welche sie vielleicht künftig erlangt, hier vorläufig erwähnt werden kann.

10) Gefärbte Schatten.

§. 133. Wird der an sich schwarze Schatten von schwachem Lichte erleuchtet; so erscheint er farbig. Vorzüglich gehörrhierhin die blaue Farbe, welche das schwache Tageslicht des Morgens und Abends dem durch Kerzenlicht erzeugten Schatten ertheilt, und umgekehrt die gelblich rothe, welche dem Schatten des schwachen Tageslichtes durch Kerzenlicht ertheilt wird.

Obgleich diese Erscheinungen sehr gemein sind; so hat man sich doch bis jetzt noch vergebens bemüht, sie genügend zu erklären. Wahrscheinlich sind die Farben der Schatten blofs subjectiv.

11) Subjective Farben.

§. 134. Oft entstehen Farbenerscheinungen im Auge durch den starken oder anhaltenden Lichtreiz anderer Farben; der eigentliche Grund derselben ist bis jetzt noch nicht aufgefunden.

Erscheinungen dieser Art entstehen durch äusseren mechanischen Druck gegen das Auge, durch Congestionen des Blutes oder durch krankhaften Zustand der Nerven.

Am häufigsten und lebhaftesten zeigen sich die subjectiven Farben, wenn man gefärbte Gegenstände anhaltend in starkem Lichte betrachtet. Man kann (mit gehöriger Vorsicht, um den Augen nicht zu sehr zu

schaden) die Versuche am besten anstellen, wenn man mit dem Rücken gegen die helle Sonne gerichtet, von ihr erleuchtete farbige Bänder auf weißem Papiere betrachtet, und zur Verstärkung der Anstrengung des Sehens die Fäden zählt, dann die Bänder schnell wegnimmt, in welchem Falle das Auge die Bänder in der subjectiven Farbe wieder wahrzunehmen glaubt. Auch hierbei erzeugt die gelbe, oder auch nur die gelblich weiße Farbe Blau, die grüne Roth, die helle die dunkle und umgekehrt. Beobachtet man die doppelten Bilder, welche eine dicke gefärbte Glasscheibe von einem weißen Stabe giebt, welchen man an oder über dieselbe hält; so hat das eine die Farbe des Glases, das andere die complementäre. Sieht man anhaltend durch gefärbte Gläser, und nimmt diese dann weg; so erscheint sogleich die complementäre Farbe. Die Ursache liegt höchst wahrscheinlich darin, daß das Auge gegen diejenige Farbe im weißen Lichte unempfindlich wird, welche einzeln vorher einen sehr starken Eindruck machte.

12) Optische Werkzeuge.

a) der optische Kasten.

§. 135. Fällt das Licht von einem horizontal liegenden Bilde gegen einen ebenen Spiegel, welcher um 45° gegen den Horizont geneigt ist; so scheint das Bild aufrecht hinter dem Spiegel zu stehen. Wird das Bild dann durch eine convexe Linse weiter entfernt und zugleich vergrößert (§. 116.); so giebt dieses eine bekannte optische Täuschung, welche man auch ohne Spiegel noch einfacher erreicht, wenn man die Bilder in den Brennpunkt einer biconvexen Linse bringt. Man schließt diesen Apparat in einen Kasten ein, um den Mechanismus zu verbergen und das übrige Licht auszuschneiden.

Die gewöhnlichen Kasten (Guckkasten) werden durch Kerzenlicht erleuchtet und die Bilder dabei auf Walzen

aufgerollt, wodurch die Gegenstände oft sich zu bewegen scheinen, und leicht wechseln.

b) Camera obscura und clara.

§. 136. Die *camera obscura* bestand anfangs aus einem dunkeln Zimmer, in welches die Bilder der Gegenstände durch eine enge Oeffnung fielen, und von der Wand ins Auge reflectirt wurden. Später nahm man Kasten, ließ das Licht durch eine Collectivlinse hineinfallen, und zur Bequemlichkeit des Zeichnens durch einen Spiegel auf das untergelegte Papier reflectirt werden. *Reinthal* ließ die Bilder nach oben auf eine mattgeschliffene Glastafel fallen, und nannte dieses *camera clara*. Statt des Spiegels und der Linse nahm *Chevallier* ein reflectirendes Prisma (§. 114.) mit einer convexen Oberfläche.

Man nennt alle diese Arten: *camera obscura portabilis*, und bedient sich derselben vorzüglich zum Zeichnen.

c) das Auge.

§. 137. Das Auge der Menschen und der warmblütigen Thiere besteht aus verschiedenen Häuten und Flüssigkeiten, ist durch mehrere Muskeln in der Augenhöhle beweglich, und gegen äußere Verletzungen durch die Umgebung der Knochen möglichst gesichert.

Der Augapfel wird umschlossen durch eine dicke Haut, *tunica sclerotica*, deren vorderer, durchsichtiger, harter Theil *t. cornea* heißt. Erstere umschließt die Aderhaut *t. choroidea*, welche inwendig schwarz ist, um die Reflection des Lichtes im Auge aufzuheben. An diese schließt sich vorn die inwendig gleichfalls schwarze Traubenhaut, *t. uvea*, deren vorderer verschiedenfarbiger Theil, Iris, inwendig eine veränderliche Oefnung, die Sehe, Pupille hat. Hinter ihr liegt die Krystalllinse, eine biconvexe Linse, welche aus sehr zarten Lamellen mit zwischenliegender klarer Feuchtigkeit besteht. Im hinteren Theile des Auges tritt der

Sehnerv ein, und breitet sich als Netzhaut, *t. retina* überall in der hinteren Hälfte des Auges aus. Ausserdem ist der Raum des Auges erfüllt vorn mit der wässrigen Flüssigkeit, um die Linse mit der morganischen, dann mit der gläsernen Flüssigkeit.

§. 138. Die Erzeugung der Bilder im Auge gleicht der in der *camera obscura*. Vorzüglich wichtig ist hierbei die Wirkung der Krystalllinse, welche grösstentheils den Zustand der Weitsichtigkeit oder Kurzsichtigkeit bedingt, oder, wenn sie ganz fehlt, durch die sogenannte Staarbrille ersetzt werden muss.

Die von den Objecten ausgehenden Lichtstrahlen erzeugen auf der Retina insbesondere durch die Wirkung der Linse ein Bild (§. 116.). Von den beiden nothwendigen Hindernissen der Erzeugung eines scharfen Bildes wird das eine, nämlich die Abweichung wegen der Kugelgestalt durch die grössere Dichtigkeit der Krystallfeuchtigkeit in der Mitte der Linse aufgehoben, und das andere, die Farbenzerstreuung ist so geringe, dass sie gewöhnlich gar nicht wahrgenommen wird. Weil aber die durch biconvexe Linsen erzeugten scharfen Bilder in grössere oder geringere Entfernung hinter die Linse fallen, je nachdem das Object näher oder entfernter ist, die Retina aber, wohin das Bild fallen muss, um durch den Eindruck auf diese Nerven wahrgenommen zu werden, sich in einem festen Abstände von der Linse befindet; so muss es einen bestimmten Abstand des Objectes vom Auge geben, aus welchem ohne Weiteres ein scharfes Bild erzeugt wird. Man nennt diesen die *distantia visionis distinctae* (gehörige Gesichtswite) und setzt ihn im Mittel auf 8 par. Zoll; richtiger wohl auf 10. Bedeutende Abweichungen hiervon geben das kurzsichtige und das weitsichtige Auge, bei denen der beständige Fehler durch concave oder convexe Linsen, am besten nach *Wollaston* durch periskopische (convex-concav und Meniscus) corrigirt wird. Das gesunde Auge sieht indess Gegenstände in sehr ungleichen Entfernungen, und besitzt ein noch nicht genau bekanntes

Mittel, sich hierfür (nach Art der Fernröhre) einzurichten.

§. 139. Auf welche Weise die auf der Netzhaut erzeugten Bilder an sich und hinsichtlich der Farben empfunden werden, ist bis jetzt noch unbekannt. Außerdem ist das Sehen bei sehr ungleicher Stärke des Lichtes möglich, und das Nichtsehen kein Beweis gänzlicher Abwesenheit des Lichtes.

Einige glauben, der Reitz des Gesichtsnerven beruhe auf der erwärmenden und chemisch wirkenden Kraft des Lichtes. Man kann ihn auch, ähnlich dem Schalle, von den Lichtwellen ableiten.

Die Erweiterung und Zusammenziehung der Pupille dient zum Sehen bei wenigem und vielem Lichte. Das schwächste und stärkste Licht, wobei es möglich ist zu lesen, verhält sich wie 1 : 300000.

§. 140. Die Bestimmung der Entfernung, Grösse und Lage der gesehenen Gegenstände beruhen größtentheils auf Urtheilen unserer Seele, ohne welche es nicht möglich seyn würde, perspectivisch gezeichnete Gegenstände zu erkennen, oder die verschiedenen Gegenstände durch Gemälde darzustellen. Hieraus werden die optischen Täuschungen erklärlich.

Die Convergenz der beiden Linien, welche man von den äußersten Enden eines gesehenen Objectes im Auge vereinigt denken kann, heisst der optische Winkel. Wird dieser im Mittel kleiner als 40 Secunden; so entsteht kein Bild, und der bloß erleuchtete Gegenstand verschwindet. Die senkrechte Ebene, worin die verlängerten Axen der auf ein Object gerichteten Augen einander schneiden, heisst Horopter. Indem die beiden, in jedem Auge besonders erzeugten, durchaus identischen, Bilder sich in jenem auch an dem nämlichen Orte befinden; so können die Objecte nicht doppelt erscheinen, und man muß sie nur einfach sehen. Obgleich ferner das Bild im Auge ein verkehrtes ist, so erscheinen dennoch die Gegenstände gerade, weil das Urtheil über die Verhältnisse der Objecte zu dem Se-

henden ein erlerntes ist, und alle Theile der Gegenstände unter sich und gegen die Umgebungen in dem gehörigen Verhältnisse sind. Das Urtheil über die Entfernung naher Gegenstände bestimmt der optische Winkel und der parallactische Winkel beider Augenaxen, um über die Grösse und Entfernung weit entlegener Gegenstände zu urtheilen dient hauptsächlich die Vergleichung beider, wenn eins oder das andere bekannt ist; doch entstehen hieraus viele Täuschungen.

d) Fernrohr.

§. 141 und 142. Die Wirkung der Fernrohre wird im Allgemeinen daraus erklärbar, wenn man berücksichtigt, daß das durch die Objectivlinse oder den Hohlspiegel erzeugte Bild durch die Ocularlinsen, gleichsam als durch eine Loupe besehen wird.

Das Taschenperspectiv, oder galileische Fernrohr wird durch Fig. 27 erläutert. Es werden nämlich die durch die Objectivlinse $L L$ convergirend gemachten Lichtstrahlen durch die concave Linse $l l$ etwas minder divergirend, um im Auge o zum Bilde vereinigt zu werden. Die Wirkung des Keplerschen Sternrohrs wird durch Fig. 28 ersichtlich, wenn man sich das Auge in o denkt, und wie die Ocularröhre das verkehrte Bild gerade darstellt, zeigt Fig. 29. Weil aber die Abweichung wegen der Kugelgestalt durch parabolisch gekrümmte Spiegel vermieden wird, insbesondere aber Spiegel keine Farbenzerstreuung haben; so gab *Newton* dem Spiegelteleskope Fig. 30 den Vorzug.

§. 143. Um die Farbenzerstreuung aufzuheben machte man ehemals dioptrische Fernrohre mit unglaublich langen Brennweiten, ohne neben andern hieraus entstehenden Nachtheilen seinen Zweck vollständig zu erreichen. Dollond verfertigte zuerst achromatische Fernrohre, welche jetzt zu einem sehr hohen Grade der Vollkommenheit gebracht sind.

Daß alle Linsengläser durch Farbenzerstreuung verschiedenfarbige, hinter einander liegende Bilder geben,

und diese daher farbige (blaue) Ränder haben müssen, und zwar um so stärker, je kürzere Brennweiten sie haben, kann aus §. 116. und 117. leicht gefolgert werden. Eben so aber erhält man am leichtesten eine Vorstellung von der Wirkung der achromatischen Objectivlinsen, wenn man berücksichtigt, daß das Flintglas eine stärkere Farbenzerstreuung hat, als das Kronglas. Legt man also eine convexe Linse von Kronglas und eine concave von Flintglas zusammen, so zerstreuen beide die Farben nach entgegengesetzter Seite, allein wegen der stärkeren Farbenzerstreuung und geringeren Brechung des Flintglases hat die hieraus bestehende Linse eine so viel längere, negative Brennweite, daß die nach entgegengesetzten Seiten zerstreuten farbigen Lichtstrahlen in dem Brennpunkte der zusammengesetzten Linse vereinigt werden, und also ein farbenfreies Bild geben.

e) Mikroskop.

§. 144. Das einfache Mikroskop besteht aus einer bloßen biconvexen Linse von sehr kurzer Brennweite, und grenzt hiernach unmittelbar an die Loupe, welche beide den optischen Winkel vergrößern, indem sie das Object dem Auge näher zu bringen verstatten, als die Entfernung des deutlichen Sehens ist. Wenn man aber das Bild einer solchen Linse durch zwei oder mehrere andere Linsen auffängt, so wird durch ein solches zusammengesetztes Mikroskop in Hinsicht der Bequemlichkeit, des Gesichtsfeldes und der Vergrößerung ausnehmend viel gewonnen.

Gesehene Gegenstände erscheinen dem Auge so viel größer, je größer der optische Winkel ist. Indem aber letzterer der Entfernung vom Auge umgekehrt proportional ist; so müßten kleine Gegenstände vergrößert erscheinen, wenn man sie dem Auge näher bringt, wenn anders in diesem Falle überhaupt ein Bild erzeugt werden könnte §. 138. Indefs ergibt sich aus §. 116. daß biconvexe Linsen das Object dem Auge

so viel mehr zu nähern verstatten, je kürzer ihre Brennweiten sind und sie müssen daher in dem nämlichen Verhältnisse vergrößern. Einfache Mikroskope sind daher sehr scharfe Loupen, Linsen mit sehr kurzen Brennweiten, kleine massive Glaskugeln von weissem Glase in der Flamme der Blaslampe geschmolzen, hohle Glaskugeln mit Wasser, ein Wassertropfen in der Oeffnung eines Lineals u. dgl., selbst durch ein sehr kleines Loch in einer Charte gesehene feine Objecte scheinen vergrößert, wenn man sie sehr nahe bringt.

Die besten zusammengesetzten Mikroskope sind diejenigen, bei denen die Ocularröhre zwei Gläser hat, indem sie ein hinlängliches Gesichtsfeld haben und an Deutlichkeit durch zu viele Gläser nicht verlieren. Ihre Construction ist aus Fig. 31 ersichtlich.

Das Sonnenmikroskop, eben wie die *laterna magica* sind nach den vorgetragenen optischen Gesetzen von selbst erklärlich.

A n h a n g.

Verhältniß zwischen Wärme und Licht.

§. 145. Die oben §. 95. angegebenen Eigenschaften des Lichtes, seine erleuchtende, chemisch wirkende und erwärmende Kraft, kommen zwar den einzelnen farbigen Strahlen insgesamt zu, allein in einem verschiedenen Grade. Die stärkste erleuchtende Kraft besitzen die gelben Strahlen, die chemische Thätigkeit ist am stärksten in den violetten, die erwärmende dagegen in den rothen Strahlen.

Im weissen Lichte scheinen die drei Eigenschaften des Lichtes in einem gewissen mittleren Verhältnisse zu stehen. Weil aber die stärkste Erleuchtung in den gelben Strahlen des Farbenbildes, nahe bei den grünen ist, und nach dem Roth und Indigo hin auf gleiche Weise abnimmt, dem Gelb aber das Blau als complementäre Farbe zugehört; so scheint hierin der Grund

zu liegen, daß bei starker Erleuchtung die blaue Farbe als subjective so oft zum Vorschein kommt.

Die stärkere chemische Wirksamkeit der violetten Strahlen zeigt sich dadurch, daß das Hornsilber schneller und stärker darin blau wird, und Saamenkörner schneller keimen.

Herschel glaubte durch eine Reihe schätzbarer Versuche gefunden zu haben, daß die rothen Strahlen des Spectrum die größte Wärme erzeugten, und noch über die rothen Strahlen hinaus bedeutende Wärme hervorgebracht würde. Einige Gelehrte haben dieses Resultat bestätigt gefunden, andere nicht. Theoretisch entscheidet dagegen, daß die nicht leuchtenden Wärmestrahlen nicht durch Glas gehen, und wenn die Theorie der Lichtwellen bestätigt werden sollte, so lassen sich auf keine Weise das Licht begleitende Wärmestrahlen annehmen.

§. 146. Es ist nach den jetzt bestehenden Begriffen über das Wesen des Lichtes mindestens nicht wahrscheinlich, daß die Lichtstrahlen von eigenen Wärmestrahlen begleitet sind. Auch daß das Licht in den Körpern zur Wärme gebunden werden sollte hat vieles wider sich, weswegen es am wahrscheinlichsten ist, daß das Licht, nach Art seiner chemischen Wirksamkeit, die Wärme ausscheidet oder hervorruft.

Da die Lichtstrahlen ihre erwärmende Kraft nicht ändern, wenn sie durch kalte oder durch warme Flüssigkeiten gehen; so ist nicht wahrscheinlich, daß sie von eigenen Wärmestrahlen begleitet sind. Gegen die Ansicht, wonach langsamer bewegtes Licht Wärme seyn soll, streitet die unmeßbare Geschwindigkeit, womit die dunklen Wärmestrahlen von der Oberfläche eines Metallspiegels auf weite Räume fortgepflanzt werden. Hiernach müssen wir also die Wärme so gut als das Licht für besondere eigenthümliche Potenzen halten, welche in einigen Stücken einander ähnlich, in andern aber merklich verschieden sind.

C. Electricität und Galvanismus.

§. 147. Die Electricität oder das electrische Fluidum ist über den ganzen Erdball verbreitet, wird aber nur im Zustande des aufgehobenen Gleichgewichtes desselben wahrgenommen, welcher Zustand durch die aller- verschiedensten Veränderungen der Körper hervorge- rufen wird.

Indem die Electricität an allen Orten auf der Erde, in jeder Höhe und Tiefe, wohin Menschen gekommen sind, erzeugt werden kann, so muß man ihre allge- meine Verbreitung als ausgemacht ansehen. Electrici- tät wird in geringerem oder größerem Maasse hervorge- rufen durch Hitze und Abkühlung z. B. beim Turmalin; durch Reiben z. B. trockener Seife in einem warmen Serpentinmörser, des Papiers u. s. w. durch Drücken z. B. einer isolirten Metallplatte auf warme wollene oder seidene Zeuge; durch chemische Auflösungen und Ver- bindungen z. B. der Metalle in Säuren und das Krystal- lisiren der Salze; durch den Lebens- und Vegetations- proces schwächer oder stärker bei lebenden Thieren, als bei Katzen, Pferden, Menschen u. s. w. und durch die Wechselwirkung zwischen der Erde und der Atmo- sphäre in der sogenannten Lustelectricität. Künstlich wird sie vorzüglich hervorgerufen durch Reibung und durch Berührung heterogener Metalle, geht aber aus diesem Zustande partieller Anhäufung wieder zurück, indem sie scheinbar der Erde wieder zuströmt.

§. 148. Die Anhäufung der Electricität zeigt sich im Kleinen hauptsächlich durch Anziehen und Abstoßen leicht beweglicher Körper, durch kleinere bis zu den größten Funken und durch chemische Action.

Heterogene, einander berührende Metalle, und vor- züglich die Volta'sche Säule §. 170. zeigen oft bedeu- tende chemische Wirkungen ohne merkliche mechanische Anziehung.

§. 149. Man theilt gemeiniglich die Körper ein in idioelectrische und anelectrische. Aus dem Vorherge-

henden geht hervor, daß dieser Unterschied wissenschaftlich zwar unstatthaft ist, indess kann er in Beziehung auf die durch Reibung erregte Electricität doch beibehalten werden.

Metalle, welche sonst für vorzüglich unelectrisch gehalten wurden, bringen in der Volta'schen Säule die stärkste Electricität hervor. Um aber durch Reibung Electricität zu erzeugen dienen als idioelectrische Körper vorzugsweise Glas, Harze, Schwefel und Seide.

§. 150. Ein wesentlicher Unterschied der Körper zeigt sich dagegen allerdings, in so fern sie mehr oder minder vollkommene Leiter der Electricität sind.

Nichtleiter sind vorzüglich Schellack, alle Harze, Schwefel, Gagat, Wachs und die fetten Oele. Ferner Seide, Haare und Federn; das Glas und alle Verglasungen, durchsichtige Edelsteine, trockner Kalk, Talg und die Metalloxyde; gedörrte vegetabilische Substanzen, Pergament und Leder, Asche, Phosphor, Kampfer, die trocknen Gasarten und Eis unter $-25^{\circ} C$. Leiter dagegen sind die regulinischen Metalle, Kohle, Graphit, viele Erd- und Steinarten, die Salze, alle nicht fetten Flüssigkeiten, alle glühenden, geschmolzenen und feuchten Substanzen, die Dämpfe und die verdünnte Luft. Die Metalle leiten in abnehmender Stärke, nämlich Kupfer, Gold, Silber, Messing, Eisen, Zinn, Blei, Zink u. s. w. Ist ein Körper bloß mit Nichtleitern in Berührung, so nennt man ihn isolirt.

§. 151. Man bedient sich zum Hervorbringen der Electricität im Kleinen einer Stange Siegellack, oder eines Cylinders von Schwefel, oder einer Glasröhre. Für stärkere Wirkungen gebraucht man die Maschinen, welche aus dem geriebenen idioelectrischen Körper, dem Reibzeuge und einem Conductor mit den erforderlichen Saugspitzen zum Auffangen des electrischen Fluidums bestehen.

Zu den Maschinen nimmt man gegenwärtig bloß Glas, dessen Farbe weiter keinen Einfluss hat, in der Form von Kugeln, häufiger von Cylindern und Scheiben,

welche letzteren am bequemsten, und für sehr starke Wirkungen in gehöriger Gröſſe zu erhalten sind. Die Reibzeuge müssen genau und mäſſig fest anliegen, und werden am besten mit einem Leder zum Auftragen des Amalgama versehen. Beim Conductor, oder sogenannten ersten Leiter, ist bloß eine glatte, von Spitzen freie metallische Oberfläche erforderlich, die Saugspitzen dagegen, welche gegen die geriebene Glasfläche gerichtet sind, werden am besten nur in geringer Zahl und nicht zu spitz gewählt.

§. 152. Sehr wichtig, obgleich allgemein bekannt ist die Wahrheit, daß beide geriebene Körper entgegengesetzt electricisch werden, und daß überhaupt jederzeit zwei Electricitäten zum Vorſchein kommen, welche man positiv und negativ, $+$ und $-$ genannt hat.

Man sieht aus leichten Versuchen mit einer Glas- und Siegellack-Stange, daß ungleichartige Electricitäten einander anziehen, gleichartige einander abstossen, woraus eine unverkennbare Verschiedenheit hervorgeht. Ein leichter und interessanter Versuch ist, wenn man zwei stark erwärmte Bogen Papier auf einander legt, und mit erwärmten Papiere oder mit Federharz die Oberfläche reibt, wodurch sie zusammenhängen und im Dunkeln getrennt Funken zeigen. Die beiden entgegengesetzten Electricitäten sind, auſſer ihrem Gegensatze, in allen ihren Wirkungen sehr ähnlich, und zeigen einen Unterschied hauptsächlich nur in den sogenannten Lichtenbergſchen Figuren.

§. 153. Auf das Gesetz der Abstossung sind verschiedene Spielereien, insbesondere aber auch die Electrometer gegründet, welche theils die Anwesenheit der Electricität überhaupt, theils die Stärke der electricischen Spannung und die Art der erregten Electricität zu zeigen bestimmt sind.

Ein sehr einfaches und zugleich höchst empfindliches Electrometer giebt eine sehr wollige Pflaumfeder an einem seidenen Faden aufgehangen; auch kann man das von *Haüy* vorgeschlagene, wohlfeil darstellen, wenn

man zwei gut vergoldete Kügelchen von Holundermark durch einen feinen hölzernen Stab verbindet, und diesen in der Mitte auf einer feinen Stahlspitze balancirt. Um die Luftphelectricität zu messen dient jedes, in einen gläsernen Becher eingeschlossene, durch eine messingne Haube gegen die Feuchtigkeit geschützte feine Electrometer, auf welches ein feiner Draht mit einer Spitze lothrecht geschoben wird, um für sich, oder durch den Rauch von etwas angezündetem Schwamm die Electricität der Luft stärker anzuziehen. Die Stärke der electrischen Spannung mißt man am besten mit *Henley's* Quadrantenelectrometer, das feinste Werkzeug aber, welches zugleich die Art der Electricität jederzeit anzeigt, ist das von *Bohnenberger*, aus einem Streifen Blattgold zwischen zwei kleinen Zambonischen Säulen in einem gläsernen Becher bestehend. *Becquerel* schlägt noch zweckmäßiger vor, auf den Boden des gläsernen Bechers eine Zambonische Säule horizontal zu legen, von beiden Enden einen Draht mit zwei Knöpfen in die Höhe zu führen, und den Blattgoldstreifen dazwischen herabhängen zu lassen. Sowohl jenes als dieses Electrometer zeigt zugleich die Art der Electricität, je nachdem das Blattgold sich nach der einen oder der andern Seite bewegt. Bei den übrigen Electrometern ersieht man das Nämliche, wenn man sie mit einer gewissen Electricität ladet. Dann einen electrischen Körper nähert, und beachtet, ob er angezogen oder abgestoßen wird.

§. 154. Man hat seit *Coulomb* fast allgemein angenommen, daß die Stärke der electrischen Abstossung dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional sey; Mayer hat jedoch gezeigt, daß sie vielmehr dem einfachen Verhältnisse des Abstandes proportional ist.

§. 155. Bei der Erregung der Electricität werden beide entgegengesetzte Electricitäten, namentlich an den beiden aneinander geriebenen Körpern, hervorgerufen; welche Art der Electricität aber den Körpern zukomme, hängt von so mannigfaltigen Bedingungen

ab, daß nur wenige allgemeine Gesetze hierüber bekannt sind.

Geriebenes polirtes Glas giebt stets $+$, Harze und Schwefel geben stets $-$. Der Rücken einer Katze giebt stets $+$. Außerdem hat die Blänke oder die Rauheit der Oberfläche, die Temperatur, die Farbe und Richtung der Fäden bei Bändern und vieles andere einen so bedeutenden Einfluß, daß die nämlichen Körper bald $+$ bald $-$ electrisch werden.

§. 156. Die Menge der entgegengesetzten Electricitäten, welche in zwei zugleich durch einander electrisch werdenden Körpern erzeugt wird, ist bei hinlänglicher Isolirung gleich. Sie verbreitet sich dann bei leitenden durch oder über ihre ganze Masse, bei nichtleitenden wird sie aber nur an einzelnen Stellen angehäuft.

Werden Nichtleiter auf einer Seite gerieben; so entsteht auf dieser Electricität, und in gleicher Stärke die gleichartige auf der andern, und eben so verschwindet sie auf beiden, wenn sie nur an einer weggenommen wird.

§. 157. Wenn man einem electrisirten ersten Conductor oder einem auf ähnliche Weise mit Electricität geladenen Körper einen andern leitenden Körper nähert, so wird die Electricität sich unter beide gleichmäfsig verbreiten; ein nichtleitender dagegen, vorzüglich in der Gestalt einer flachen Scheibe, wird nur dann die Electricität annehmen, wenn die gleichmäfsige auf der andern Seite abgeführt wird.

Die Mittheilung der Electricität an leitende Körper, wenn sie durch die Luft getrennt sind, geschieht durch Funken, welche am längsten sind zwischen den beiden Conductoren einer Electrisirmaschine, sonst aber für $+$ Electricität, wenn sie von einer kleineren Kugel zu einer gröfseren übergehen.

Daß Nichtleiter die Electricität durch Mittheilung nur unter der genannten Bedingung annehmen läßt sich wegen der Unvollkommenheit jeder Isolirung bloß durch

feine und schwierige Versuche darthun, indess beruhet auf einem ähnlichen Grunde die Entstehung der electrischen Atmosphären.

§. 158. Auf ähnliche Weise wird ein leitender Körper im Wirkungskreise eines electrischen die entgegengesetzte Electricität annehmen.

Man kann hierbei die gleichnamige durch Spitzen, oder auch durch genäherte Körper ableiten, indem sie als kleine Funken an diese überspringt. Unter Umständen ist beides unnöthig.

§. 159. Wenn bei einem Nichtleiter das electrische Gleichgewicht aufgehoben, oder namentlich bei Scheiben von nichtleitenden Substanzen auf der einen Seite Electricität erzeugt, auf der andern die gleichartige abgeleitet, und hierdurch zugleich die entgegengesetzte hervorgerufen ist; so müssen diese sich dann wechselseitig binden, und einer Ableitung jeder einzelnen widerstehen. Werden beide durch einen dicht an die Flächen anschliessenden leitenden Körper mehr zusammengehalten; so läßt sich hierdurch ihre Menge vermehren und ihre Wirkung verstärken. Man nennt diese Vorrichtung Verstärkungsflasche oder Leidener Flasche.

Eine runde Spiegelscheibe, zwischen zwei metallene Scheiben gelegt, so dafs die letzteren mittelst isolirter Handhaben weggenommen werden können, erläutert am besten das Wesen der Flasche. Sind nämlich die genannten drei Theile zusammengelegt und isolirt, und wird der oberen Metallplatte Electricität mitgetheilt, so wird nur eine schwache Ladung statt finden. Leitet man aber die gleichnamige Electricität von der unteren Platte ab, während sie der oberen mitgetheilt wird; so erhält man eine starke Ladung. Die hierin dann gebundenen verschiedenen Electricitäten werden sich nur langsam zerstreuen, und man kann jede einzelne Metallscheibe für sich ohne einen Schlag zu erhalten, berühren, wodurch indess die Ableitung vermehrt und die Flasche früher wieder neutral wird. Hieraus folgt nothwendig, dafs diejenige Electricität, welche jede ein-

zelne Belegung der zusammengesetzten Flasche zeigt, die der Flaschenseite selbst seyn muß. Weil indess das Glas das eigentlich Geladene ist, indem man die Flasche zerlegen, jede Belegung neutralisiren, das Ganze wieder vereinigen und dann einen Erschütterungsschlag erhalten kann; so folgt, daß die isolirt getrennten Belegungen im Wirkungskreise der geladenen Glasscheibe die entgegengesetzte Electricität annehmen.

Der Bequemlichkeit wegen nimmt man statt der Scheiben kleinere oder größere Zuckergläser, und als Belegung Stanniol (Blattzinn), welches mit etwas Mehlkleister aufgeklebt wird. Unter den zahlreichen Spielereien in der Form der Flaschen ist die Blitzscheibe die interessanteste.

Eine entladene Flasche sammelt eine kleine Quantität Electricität wieder zu einem neuen Erschütterungsfunkeln; dieses heißt das Residuum.

§. 160. Eine Abart der Flasche ist das Electrophor. Legt man nämlich eine flache Scheibe von harzigen Substanzen auf eine leitende Unterlage, und bringt Electricität durch Reiben oder Schlagen mit einer Fuchsruthe hervor; so wird das aufgehobene Gleichgewicht länger dauern, und ein solcher Apparat, Volta's beständiger Electricitätsträger genannt, zeigt sich vorzüglich wirksam durch Erzeugung der Electricität in einem beweglichen Deckel, welcher in den Wirkungskreis desselben gebracht, seiner eigenen Electricität durch Berührung beraubt, durch Vertheilung im Wirkungskreise der harzigen Substanz geladen, und dann isolirt aufgehoben wird.

Schlechtere Electrophore lassen sich aus Schwefel, Pech und Harz wohlfeil verfertigen, und geben, recht trocken und warm gehalten, schon starke Electricität. Zu den bessern nimmt man eine Form von Pappe, Holz oder Metall mit einem 2 — 4 Lin. hohen (nach der Gröfse höheren) aufwärts stehenden und nach Innen gebogenen Rande, breitet in derselben Stanniol aus, ohne dieses festzukleben, und gießt auf dieses die flüs-

sige Masse. Hierzu nimmt man am besten *gummi lacc. in tab.* 1,5 Th., *terebinth Venet.* 1 Th., *Colophon.* 2 Th., *gummi mast.* 0,5 Th. welche vom beigemischtem Schmutze gereinigt in einem neuen irdenen Topfe langsam geschmolzen und einige Zeit im Flusse erhalten werden, damit der Schmutz sich senkt, und die Feuchtigkeit verdampft. Die nach dem Eingießen sich zeigenden Blasen werden mit einem genäherten glühenden Eisen entfernt. Zum Deckel, welcher einen 2 bis 12 Zoll (nach der Grösse zunehmend) kleineren Durchmesser, als der Kuchen haben muß, nimmt man für kleinere Electrophore eine metallene Platte ohne Spitzen, für grössere pappene oder hölzerne Scheiben, oder einen metallenen Ring, auf beiden Seiten mit Pergament oder starkem Papier überspannt mit Stanniol ohne Spitzen überzogen und an seidenen Schnüren oder an einer gläsernen Handhabe isolirt.

§. 161. Nach dem bei der Flasche und dem Electrophor in Anwendung kommenden Grundsatz, daß die Electricität an zwei isolirten, durch einen Nichtleiter getrennten, leitenden Körpern gebunden wird, hat Volta seinen Condensator construirt. Bei diesem Apparate werden beide leitende Scheiben durch einen Nichtleiter, welcher aber nicht selbst Electricität erregen darf, getrennt, einer derselben wird mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt, und dann lassen sich in dem andern kleine Quantitäten Electricität so lange anhäufen, bis sie durch ein Electrometer meßbar werden. *Cavollo's Collector* und *Bennet's Duplicator* sind diesem sehr ähnlich.

Der Condensator, das brauchbarste unter den genannten Werkzeugen, besteht am besten aus einer runden messingenen Platte auf einem Fusse horizontal ruhend, mit drei kleinen Tropfen Siegellack, auf welchen eine gleiche zweite Platte isolirt ruhet, so daß die dazwischen befindliche trockne Luftschicht den nichtleitenden Körper bildet. Ist der Apparat zusammengesetzt, und wird der oberen Platte Electricität mitge-

theilt, so wird sie durch die untere, in leitender Verbindung stehende, gebunden, zeigt sich aber frei, wenn man die obere an einem isolirenden Handgriffe aufhebt.

§. 162. Indem die Luft nicht vollständig isolirt; so muß die angehäuften Electricität von allen Körpern, an welche sie auf die eine oder die andere Art gebunden war, wieder ausströmen, und dadurch das allgemeine Gleichgewicht wieder hergestellt werden. Die Bedingungen, welche dieses befördern oder hemmen, sind noch nicht vollständig erkannt, ausgemacht aber ist, daß feuchte Luft und hervorragende Spitzen das Auströmen der Electricität am meisten befördern.

Das Ausströmen der Electricität aus Spitzen geschieht bei der positiven in Gestalt eines leuchtenden Büschels, bei beiden (jedoch stärker bei der positiven) mit hörbarem Zischen, einem fühlbaren Wehen und einer Reaction gegen die Spitze, ähnlich derjenigen, welche durch das Ausströmen anderer Flüssigkeiten erzeugt wird. Hierauf beruhet das Umlaufen der electrischen Spindel, und die Bewegung, welche man kleinen Maschinen hierdurch mittheilt.

§. 163. Verschiedene der hier erörterten und noch andere Thatsachen machen es mindestens höchst wahrscheinlich, daß beide Electricitäten stets, und vorzüglich beim Strömen aus und in Spitzen, nebeneinander gehen. Einen Leiter durchläuft die Electricität in sehr kurzer, aber nicht in unendlich kurzer Zeit.

Im luftverdünnten Raume bemerkt man vorzüglich, daß von zwei, einander zugekehrten, Spitzen oder Knöpfen viele electrische Büschel sich entgegenströmen. Es spricht für den aufgestellten Satz ferner, daß man vermittlest einer Spitze sowohl mit $+$ als auch mit $-$ Electricität den Rauch einer Räncherkerze wegblasen kann.

Ueber die Geschwindigkeit, mit welcher die Electricität lange Strecken leitender Körper durchläuft, ha-

ben wir zwar einige interessante, aber noch keineswegs genügende Erfahrungen.

§. 164. Ob die Electricität im Zustande ihres Gleichgewichtes irgend eine Wirkung hervorbringe, ist unbekannt. Ist sie irgendwo als $+$ oder $-$ hervorgerufen; so äußert sie sich außer der genannten Anziehung hauptsächlich durch ihr Leuchten, ohne daß das Licht der $+$ und $-$ Electricität einen fest bestimmten und stets gleich bleibenden Unterschied zeigt.

Ueber die Ursache des Leuchtens ist man noch immer in Ungewissheit. Im luftverdünnten Raume wird mindestens sehr oft die Farbe des electrischen Lichtes durch die in demselben zugleich befindlichen Dämpfe bestimmt.

§. 165. Eine weitere, sehr auffallende Wirkung der Electricität ist die mechanische Gewalt, welche sowohl der Batteriefunken, als vorzüglich der Blitz ausübt.

Dahin gehört das Durchbohren der Kartenblätter, und das Zerspalten von Stücken trocknen Holzes, auch werden die dicksten Glasröhren zerrissen, wenn sie mit Wasser gefüllt sind, und der Funken auch nur einer kleinen Flasche vermittelt zweier Drähte, welche nur etwa 1 Lin. von einander abstehen, hindurchgeleitet wird.

§. 166. Sehr räthselhaft sind die Wirkungen des Entzündens durch die Electricität. Sie ist an sich nicht warm, entzündet aber leicht Knallgas Naphtha, pulverisirtes Harz und Phosphor; Schießpulver aber nur bei unterbrochener Leitung, und Zündschwamm nur an einer Seite einer geladenen Flasche.

Daß die Electricität an sich nicht warm sei und unmittelbar erwärme, geht aus feinen thermometrischen Versuchen hervor. Leicht entzündliche Körper werden wahrscheinlich entweder durch den mechanischen Druck der Electricität oder durch den chemischen Einfluß derselben entzündet. Das Letztere wird aus der Wirkung wahrscheinlich, welche dieselbe in großer Entfernung gegen Knallsilber äußert. Unter den Metallen widersteht auch das strengflüssige Platin dem starken Batte-

riefunken nicht, vielmehr werden alle glühend, verbrennen und werden sogar in Dampf verwandelt.

§. 167. Die chemischen Wirkungen der durch Reibung erregten Electricität werden zwar nicht leicht wahrgenommen, lassen sich indess hinlänglich sicher nachweisen. Ob der eigenthümliche Geruch und Geschmack der Electricität gleichfalls auf ihrer chemischen Kraft beruhe, oder durch die Grundlage des electrischen Fluidums unmittelbar hervorgebracht werde, ist noch nicht ausgemacht.

Die Zerlegung des Wassers durch den Batteriefunken, welche wegen des Zerspringens der Röhren schwierig zu bewerkstelligen ist, kann man leicht wahrnehmen, wenn man dem Wasser eine geringe Quantität Kochsalz zusetzt, und es dadurch besser leitend macht.

§. 168. Ob die Electricität einen Einfluss auf die Vegetabilien habe, ist wegen der Verschiedenheit der Resultate aus den bisher angestellten zahlreichen Versuchen kaum zu entscheiden. Um so bestimmter ausgemacht ist ihr Einfluss auf den thierischen Organismus.

Der electrische Funken, die durchströmende Electricität der Volta'schen Säule, die aus der einen Belegung einer geladenen Flasche bei der Berührung ausströmenden, einen stechenden Schmerz erregenden, kleinen Funken und der Erschütterungsschlag einer geladenen Flasche wirken alle auf eine verschiedene Weise auf die Nerven, letzterer am stärksten, bis zur Betäubung und Tödtung. Auch medicinisch kann die Electricität, als Reizmittel vorzüglich bei Lähmungen vorsichtig gebraucht, mit grossem Nutzen angewandt werden.

§. 169. Einige Fische haben von der Natur die Kraft erhalten, den sie berührenden Menschen und Thieren electrische Schläge zu ertheilen, welche im Verhältniss zu ihrer Grösse ausnehmend heftig sind. Das Vermögen scheint vorzugsweise oder ausschliesslich in einem gewissen Organe zu liegen, welches durch seine besondere Structur die mit dieser individuellen Kraft versehenen Species von der Gattung unterschei-

det, und hängt unverkennbar vom Willen des Thieres ab.

Es gibt sechs Gattungen electrischer Fische, wovon viere Seefische, und zwei Flußfische sind. Unter die ersteren gehören der Zitterrochen (*raia torpedo*) der *Rhinobatus electricus*, der electrische Spitzschwanz (*trichiurus indicus*, wenn dieser anders electrisch ist) und der electrische Stachelbauch (*tetrodon electricus*.) Die letzteren sind, der größte unter den Flußfischen und überhaupt der mächtigste von allen, der Zitteraal (*gymnotus electricus*) und der Zitterwels (*silurus electricus*.) Ein erwachsener Gymnotus, in Südamerika einheimisch, vermag durch einen einzigen Schlag, dem Bauche eines Maulthieres ertheilt, dasselbe zu betäuben, daß es untersinkt.

§. 170. Wenn zwei heterogene Metalle in unmittelbare Berührung gebracht werden; so erregen sie wechselseitig ineinander verschiedene Electricitäten. Die schwächsten Spuren dieser Electricität erkannte man anfangs aus ihrer Wirkung auf die Nerven kaltblütiger Thiere, vorzüglich der Frösche, und der Entdecker dieser Erscheinungen, *Aloysius Galvani* sah sie daher als eine, in den Thieren vorhandene eigenthümliche Potenz an, welche nach ihm Galvanismus, galvanische oder thierische Electricität genannt wurde. Nach *Volta* aber machen zwei verbundene heterogene Metalle ein einfaches Element der nach ihm benannten Säule aus.

Volta zeigte durch seine Versuche mit Hülfe eines Condensators und Electrometers, daß ungleiche; in Berührung gebrachte Metalle ein verschiedenes Vermögen besitzen, Electricität zu erzeugen, und zwar $+$ und $-$ in folgender Reihe, wobei die Stärke der erregten Electricität ihrem Abstände proportional ist: Zink, Zinn, Blei, Eisen, Messing, Kupfer, Platin, Gold, Silber. Es müssen daher Zink und Silber zusammen die stärkste Electricität geben, man wählt aber des geringeren Preises wegen fast allgemein Zink und Kupfer. Kommt daher eine Scheibe Zink mit einer Scheibe Kupfer in

Berührung, so wird jenes $+$ dieses aber $-$ Electricität annehmen, und auch frei werden lassen, wenn das andere in leitender Verbindung steht. Liegen aber zwei solche Platten auf einander, und auf ihnen ein feuchter Leiter; so wird die electricische Spannung durch letztern hindurchgehen, und sich einer darüber liegenden Metallplatte mittheilen.

Nach *Volta* sind diesernach also die Körper entweder *Leiter der ersten Klasse*, welche die Electricität zugleich erregen und frei durch sich strömen lassen, als die Metalle, Magnesiumoxyd, Holzkohle u. a.; oder *Leiter der zweiten Klasse*, welche die Electricität bloß durchlassen, ohne sie zu erregen, als Säuren, Salzlösungen, Alkalien in Wasser gelöst und Wasser. Ein einfacher Versuch, welcher die Erregung der galvanischen Electricität und ihre Wirkung auf die Nerven deutlich zeigt, besteht darin, daß man ein kleines Zinkblech unter die Oberlippe, eine silberne Münze auf die Zunge oder unter die Unterlippe schiebt, und beide abwechselnd sich berühren läßt und trennt, wobei man einen eigenthümlichen Geschmack und zuweilen einen Lichtschein empfindet.

§. 171. Aus *Volta's* Theorie folgt, daß die durch zwei heterogene Metalle erzeugte Electricität sich verstärkt zeigt, wenn sie durch einen feuchten Leiter einem anderen Paare solcher Metalle zugeführt wird, und so fort, wonach die sogenannte *Volta'sche Säule* gebaut wird. Man hat dieselbe verschiedentlich abändert, indess sind für kleinere Wirkungen die gewöhnlichen aufrechtstehenden Säulen, für die größten die Trogapparate am zweckmäßigsten.

Erst in den neuesten Zeiten hat sich ein Unterschied der *Volta'schen* Apparate als wesentlich in Rücksicht der Wirkungen gezeigt. Hiernach sind dieselben entweder einfache Electromotoren oder Säulen, und bestehen die ersteren aus einem Stücke Kupfer und einem Zink nebst feuchtem Leiter, die letzteren aus mehreren Verbindungen von Kupfer und Zink, jede durch einen

feuchten Leiter getrennt. Legt man z. B. eine Platte gewalzten Zink auf eine isolirende Unterlage, auf dieselbe einen mit verdünnter Schwefelsäure oder aufgelöstem Salmiak getränkten Tuchlappen, und auf diesen eine Scheibe Kupfer, oder taucht man eine Zinkscheibe in einen kupfernen (etwa 4 Z. hohen 6 Z. langen 1 Z. weiten) mit der genannten Flüssigkeit gefüllten Trog; so ist dieses, wie groß auch die Vorrichtung seyn mag, oder wenn alles Kupfer mit einander, und so auch aller Zink solcher Tröge verbunden wird, ein einfacher Electromotor. Verbindet man Zink und Kupfer durch einen leitenden Draht, so geht die $+$ Electricität durch denselben vom Kupfer zum Zink über, und kommt durch die Flüssigkeit wieder ins Gleichgewicht. Wenn man dagegen verschiedene gleiche Platten Zink und Kupfer auf einander legt oder löthet, diese dann abwechselnd mit feuchten Tuchscheiben über einander schichtet, so daß bei allen die Zink oder die Kupferplatte nach einer Seite gerichtet ist; so erhält man eine Säule, deren elektrische Spannung mit der Zahl der Platten wächst. Hierbei häuft sich die $+$ Electricität an der äußersten Zinkplatte, die $-$ Electricität an der äußersten Kupferplatte an, und es geht also umgekehrt durch einen verbindenden Draht die $+$ Electricität vom Zink zum Kupfer über. Allgemein ist aber die Menge der erzeugten Electricität der Quantität der verbundenen Metalle nach der Größe der in Conflict kommenden Oberfläche, die Stärke der elektrischen Spannung aber der Menge der zu einer Säule vereinigten Elemente proportional.

Man hat die Construction der Apparate vielfach abgeändert. Die zweckmäßigsten sind wohl 1) die schon beschriebenen lothrecht aufgebauten Säulen, welche auch doppelt seyn können, so daß zwei neben einander stehen, die eine mit dem Kupferende, die andere mit dem Zinkende oben, unten durch ein gemeinschaftliches Kupferblech verbunden; 2) die Trogapparate, aus Trögen bestehend, in welche die zusammengelegten Plattenpaare, einander parallel, eingekittet werden, worauf

man die entstehenden Zellen mit der erforderlichen Flüssigkeit füllt; 3) die gleichfalls oben beschriebenen Kasten aus Kupfer, in welche man die Zinkplatten eintaucht. Alle drei Arten lassen sich kleiner oder größer, bis zum größten Maassstabe anfertigen, auch mehrere solche Apparate zu einem einzigen verbinden.

§. 172. Die bisher beschriebenen Volta'schen Apparate erfordern sämmtlich einen feuchten Leiter; ihre chemische Wirkung und die Kraft Metalle zu verbrennen hört auf, so wie sie trocken werden, oder der feuchte Leiter eine wesentliche Veränderung erleidet, indem die Beschaffenheit desselben ausserdem die Art und Stärke der Wirkung ausnehmend bedingt.

Die Volta'schen Säulen sind am wirksamsten im ersten Momente ihrer Herstellung, wenn die metallischen Oberflächen polirt und die gebrauchten Flüssigkeiten rein sind; daher die heftigen Wirkungen der Trogapparate gleich nach dem Hineingießen der Flüssigkeit. Verdünnte Säuren wirken daher auf kurze Zeit am heftigsten, alkalische Laugen minder stark; Salze, vorzüglich Salmiak, geben mittlere Stärke und Dauer; reines Wasser giebt die geringste aber am längsten dauernde Wirkung.

§. 173. Die Wirkungen der Volta'schen Säulen sind im Wesentlichen denen gleich, welche durch Electrisirmaschinen hervorgebracht werden, und bestehen hauptsächlich in einem Reitze der Nerven, mechanischer Bewegung, dem Verbrennen der Metalle und der chemischen Zerlegung der Körper. Die beiden letztern Wirkungen sind verhältnissmässig bedeutend stärker als die beiden erstern.

Die Empfindung, welche der Strom der Electricität bei der Volta'schen Säule erregt, gleicht am meisten derjenigen, als wenn man den Knopf einer geladenen Flasche allein berührt. Weder dieser noch auch viel weniger die mechanische Abstofsung kleiner Körper ist merklich stark bei einer Säule, welche schmale Streifen

Blatgold u. a. verbrennt und Salzsolutionen, selbst auch reines Wasser leicht zerlegt.

§. 174. Nach *Volta* entsteht die Electricität seiner Säule bloß durch die Berührung der heterogenen Metalle, und die Flüssigkeiten dienen einzig als Leiter; nach andern wird die Erzeugung der Electricität auf die angegebene Weise zugleich erhöht und bedingt durch den chemischen Einfluß der Flüssigkeiten. Die letztere Ansicht hat nach neueren Erfahrungen entscheidende Gründe für sich.

Säuren und Salze leiten zwar besser, als Wasser; allein da sie mit einem Metalle allein auch Electricität hervorbringen, so ist ihr chemischer Einfluß nicht füglich ganz abzuleugnen.

§. 175. Vermittelst der *Volta'schen* Säule hat *Erman* aufgefunden, daß die beiden Electricitäten von den verschiedenen Körpern ungleich fortgeleitet werden, wonach es besondere Leiter für $+$ andere für $-$ Electricität giebt, andere aber, welche beide gleich gut oder gleich schlecht oder gar nicht leiten.

Wird diese Thatsache durch weitere Erfahrungen bestätigt, so ist es nicht zweifelhaft, daß beide Electricitäten verschieden sind, und ihr Unterschied nicht nach *Franklin* auf einem Ueberfluß und einem Mangel beruhet.

§. 176. Die *Volta'schen* Säulen verlieren ihre Kraft der Zerlegung und des Verbrennens, so wie sie trocken werden, behalten aber die der Abstossung unvermindert. Viele versuchten daher trockne Säulen zu bauen, bei denen die abstossende Kraft hiernach bleibend seyn mußte. *Zamboni* brachte solche Säulen zuerst zu Stande, stellte zwei lothrecht neben einander, und hieng zwischen ihre ungleichen, nach oben gerichteten Pole ein leicht bewegliches Pendel, welches durch die ungleichnamigen Pole abwechselnd angezogen und abgestossen stets in Bewegung bleibt, wesswegen der Apparat *perpetuum mobile* genannt wird.

Man nimmt zu diesen Säulen verschiedene Substan-

zen, und da die einzelnen Elemente, sehr dünn und nicht groß seyn können, so lassen sie sich leicht und ohne Aufwand verfertigen. Zuerst nahm Zamboni sogenanntes Silberpapier, bestrich dasselbe auf der Papierseite mit Honig, und beutelte fein pulverisirten Braunstein durch ein leinenes Tuch darauf, so daß eine Lage desselben festklebte. Schichtet man mehrere solche Bogen mit der blanken Seite zu oberst aufeinander, schneidet oder schlägt aus diesen Scheiben von 0,75 bis 1 Z. Durchmesser, legt von diesen 2000 bis 4000 und mehrere einzelne Papierlagen auf einander, bringt sie trocken in eine Glasröhre, verschließt diese oben und unten mit einer messingenen Fassung, deren blanken Metallfläche die Seiten der oberen und unteren Papierscheiben berühren müssen, überzieht die Röhre mit Siegelackauflösung in Weingeist, stellt dann zwei solche Röhren, unten leitend verbunden, lothrecht auf ein Brett, und bringt ein leicht oscillirendes Pendel so zwischen die beiden oberen, ungleiche Seiten der Scheibchen berührenden, Knöpfe, *c, c*, daß der Ring *b* desselben abwechselnd an den einen und den andern anschlägt, wie fig. 32 zeigt; so hat man das *perpetuum mobile*, welches unter einem gläsernen Kasten eine Menge interessanter Beobachtungen verstattet. Das Pendel besteht am besten aus einem Messingdrahte *a*, mit einer kleinen Linse *a*, beide mit einem unmerklichen Uebergewichte, also fast völlig balancirt durch die Glasröhre *β* von der Dicke eines Strickstockes und mit dem Ringe *b* versehen. fig. 33 zeigt den Seitendurchschnitt des Pendels, worin zugleich die feinen Schraubchen *m n* sichtbar sind, auf deren Spitzen das Pendel durch auf- oder nieder-schrauben so balancirt wird, daß für die Linse *a* jenes unmerkliche Uebergewicht übrig bleibt. Statt der obern Kugeln nimmt man auch Metallglocken, welche beim Anschlagen klingen.

Anstatt der genannten Elemente dieser Säulen, nämlich des Zinkes, welcher den blanken Ueberzug des sogenannten Silberpapiers bildet, und des Braunsteins

nebst dem Papiere als trockenem Zwischenmittel hat man verschiedene andere Substanzen vorgeschlagen, unter denen sogenanntes Gold- und Silberpapier, mit den nicht blanken Flächen zusammengelegt, nach *Jaeger* am brauchbarsten ist. Sind die Lagen einer solchen Säule beträchtlich groß, z. B. Quadrate von 6 Z. Seite, so erhält man auch chemische Wirkungen, woraus hervorgeht, daß sie sich von den nassen Säulen hauptsächlich nur durch die schlechtere Leitung unterscheiden.

§. 177. Die gesammten electrischen Erscheinungen lassen sich am leichtesten erklären, wenn man einen eigenthümlichen Stoff als Ursache derselben annimmt. Auffallend aber ist es, daß es mit Ausnahme der erwähnten Leitungsfähigkeit gewisser Körper für die beiden verschiedenen Electricitäten kein Phänomen giebt, welches nicht aus der Theorie einer einzigen solchen electrisehen Materie und zugleich zweier verschiedener erklärt werden könnte.

Die Electricität wird nach quantitativen Verhältnissen von den verschiedenen Körpern festgehalten, und an genäherte abgegeben, sie bewegt sich in gewisser Zeit und mit meßbarer Kraft bei Ueberwindung des Widerstandes durch einen gegebenen Raum, durchdringt außerdem als leuchtendes Fluidum den torricellischen Raum, so daß sie hiernach nicht füglich etwas anderes, als ein feinerätherischer Stoff seyn kann.

Man hat zwei Theorien zur Erklärung der electrischen Erscheinungen aufgestellt. Nach der einen, welche vorzüglich *Franklin* aufgestellt und unter andern *Aepinus* wissenschaftlich behandelt hat, giebt es nur eine electrische Materie, welche im Zustande des Gleichgewichts alle Körper in gleicher Stärke erfüllt, und deswegen nicht wahrgenommen werden kann. Tritt sie aus diesem Zustande heraus; so erhält ein Körper entweder mehr oder weniger, als im Zustande des Gleichgewichtes, $+$ oder $-$, und ist hiernach also positiv oder negativ electrisch. Alle Phänomene lassen sich

hiernach recht gut erklären, auch das gegenseitige Abstossen von zwei negativ electrischen Körpern, wenn man auf die umgebende Luftschicht Rücksicht nimmt; blofs dafs gewisse Körper nach *Erman* (§. 175) nur die eine Art der Electricität leiten, wäre hiernach nicht wohl begreiflich. Man nennt diese Theorie die Franklinsche, und ihre Anhänger Unitarier. Nach einer andern, schon von *du Fay* angenommenen, nach *Symmer* benannten, durch *Cigna* hauptsächlich vertheidigten Theorie giebt es zwei electrische Materien, welche jede für sich einander sehr ähnlich, im gegenseitigen Verhältnisse einander entgegengesetzt sind, und verbunden sich neutralisiren. Hiernach lassen sich die Erscheinungen gleichfalls leicht erklären, jedoch scheint es gegen die Einfachheit der Naturgesetze zu streiten, dafs man zwei so ähnliche, und doch einander entgegengesetzte Stoffe annimmt. Die Anhänger dieser Hypothese heissen Dualisten, und ihre Zahl ist gegenwärtig bei weitem die grösste.

§. 178. Was die Electricität an sich und ihrem Wesen nach sey, darüber hat man viele Hypothesen aufgestellt. So lange indess noch nicht mit völliger Gewissheit entschieden ist, ob *Franklin's* oder *Symmer's* Theorie die richtige sey, wäre es auf allen Fall zu vortheil, über das eigentliche Wesen der Electricität entscheiden zu wollen.

D. Magnetismus.

§. 179. Der grösste Theil des in der Erde gefundenen Eisenerzes zeigt, wenn es einige Zeit mit der Luft in Berührung gewesen ist, die Eigenschaft das Eisen anzuziehen, und bei freier Bewegung eine bestimmte Richtung nach den Weltgegenden anzunehmen. Beide Kräfte bezeichnen das eigentliche Wesen des Magnetes. Die erstere, welche vorzugsweise auch Magnetismus heisst, äussert sich fast blofs gegen Eisen und eisenhaltige Körper; die letztere für sich nennt man auch Polarität, weil die Axe eines jeden frei

schwebenden Magnetes eine der Erdachse fast parallele Lage anzunehmen pflegt, so daß die Pole desselben eine den Polen der Erde correspondirende Richtung haben. Man legt daher den Magneten zwei Pole, einen Nordpol und einen Südpol bei.

Als natürliche Magnete erscheinen vorzugsweise die sehr allgemein, besonders in den nördlichen Theilen der Erde, *Norwegen Sibirien* und auf der Insel *Elba* sich findenden Stücke des braunschwarzen Magneteisens. Kleinere Stücke desselben sind zuweilen in anderen Gesteinen eingesprengt, und machen diese magnetisch. Außerdem aber wird alles weiche Eisen, unabgesehen von seiner Gestalt, durch den Erdmagnetismus magnetisch, so daß, wenn man dasselbe durch eine mit dem magnetischen Aequator (§. 485.) parallele Ebene in zwei Hälften theilt, die obere einen Südpol, die untere einen Nordpol hat.

Die magnetische Anziehung durchdringt alle Körper ungehindert, wird aber durch flaches Eisen merklich geschwächt.

Bloß Eisen, Nickel und Kobalt werden durch den Magnet angezogen, und zeigen magnetischpolare Eigenschaften. Die Polarität eines jeden Magnets erkennt man sogleich, wenn man ihn mit Eisenfeile bestreuet, und die Stellen aufsucht, wo dasselbe am stärksten angezogen wird. Jeder Magnet hat mindestens zwei Pole, manche anomale haben mehrere, und scheinen aus verschiedenen kleineren, durch unmagnetische Fossilien getrennten Magneten zu bestehen.

§. 180. Beide Pole ziehen einzeln das Eisen an, gegeneinander zeigen sie Anziehung der ungleichnamigen und Zurückstoßung der gleichnamigen Pole. In der Berührung mit Eisen, auch Nickel und Kobalt, erzeugen sie in diesem magnetische Kraft, welche sich im Stahl bleibend erhält, und ausserdem durch vielfache Ursachen hervorgerufen wird. Sowohl bei den hierdurch entstandenen künstlichen, als auch den natürlichen Polen heben sich die gegenseitigen Anziehungen

nicht auf, sondern sie verstärken sich wechselseitig, und bilden durch zwischen ihnen befindliches Eisen den geschlossenen magnetischen Kreis.

Die gegenseitige polare Anziehung benutzt man zu allerlei Spielereien. Indefs wirkt sie in einiger Entfernung zu schwach, und kann daher keine bedeutende mechanische Bewegung hervorbringen. Ganz weiches Eisen nimmt außer der genannten Polarität durch den Erdmagnetismus keine bleibende Polarität an. Obgleich es in der Berührung mit einem Magnete sogleich polarisch ist. Glasharter Stahl wird gleichfalls wenig oder gar nicht polarisch, federharter dagegen leicht durch Bestreichen oder nur durch Berührung mit einem Magnete, und zwar um so viel stärker, je größer und stärker dieser ist. Manche vorgeschlagene künstliche Arten des Streichens sind wahrscheinlich ganz unnütz. Der federharte Stahl ist selten oder nie ganz unmagnetisch, und erhält die Polarität durch die verschiedensten Ursachen, als Schlagen, Stossen, Reiben, Schleifen, Ablöschen, insbesondere durch die Electricität.

Bei einem natürlichen Magnete schleift man die beiden Pole eben, legt an jeden eine Scheibe weiches Eisen mit einem Fusse, und bindet diese mit Bindfaden oder mit Drahte fest; dann heisst er armirt, und wird hierdurch ausnehmend verstärkt. Den künstlichen Magneten giebt man verschiedene Formen, meistens die eines Hufeisens oder eines Parallelopipedums. Legt man mehrere der letzteren zusammen, so erhält man die magnetischen Batterieen, oft von bedeutender Stärke. Zwei Magnete, mit ihren freundschaftlichen Polen zusammengebracht, hängen mit einer Kraft zusammen, welche der Summe ihrer einzelnen Kräfte gleich ist, und überhaupt wird eine grössere Masse Eisen gehoben, wenn man dasselbe auf irgend eine Art polarisch macht.

§. 181. Der Magnetismus, sowohl bei natürlichen Magneten als künstlichen, bei ersteren jedoch ungleich schwerer, wird aufgehoben durch die Einwirkung des

gleichnamigen Poles eines bedeutend stärkeren Magnetes, und durch Glühhitze.

Die Polarität der Nadeln und künstlicher Magnete wird aufgehoben, und zuletzt umgekehrt durch Streichen mit dem gleichnamigen Pole. Natürliche Magnete können nur durch die Einwirkung großer Batterien umgekehrt polarisch werden. Wärme, schon unter Siedhitze, schwächt den Magnetismus merklich, und weißglühendes Eisen wird gar nicht angezogen.

§. 182. Die Kraft der magnetischen Anziehung ist dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportional.

§. 183. Nadeln von federhartem Stahl, durch Streichen mit einem Magnete magnetisirt, und dann freischwebend aufgehangen, dienen dazu, theils durch ihre leichte Beweglichkeit die Anwesenheit kleiner Spuren des Magnetismus zu prüfen, theils die Richtung des magnetischen Meridians genau zu bestimmen, endlich auch die Kraft, womit sie in den magnetischen Meridian gezogen werden, durch die Anzahl der Schwingungen in einer gegebenen Zeit zu messen.

Kleine Magnetnadeln und von mittlerer GröÙe werden am besten von Uhrfedern gemacht. Zur leichten Beweglichkeit versieht man die zu Compassen bestimmten mit einem Achathütchen, und balancirt sie fein auf einer harten Stahlspitze. Soll aber die Beweglichkeit noch größer seyn, so hängt man sie vermittelst eines sehr feinen messingenen Häkchens an einem ungezwirnten Seidenfaden, oder die ganz feinen an einem Spinnenfaden auf. Verbindet man die beiden Punkte ihrer Enden, wo die magnetische Kraft am stärksten ist, durch eine gerade Linie; so ist diese ihre magnetische Axe. Indem dieselbe nicht allezeit mit der geometrischen der Nadel zusammen fällt, aus der Richtung der letzteren aber die Lage des magnetischen Meridians bestimmt wird; so pflegt man die Nadel so einzurichten, daß man sie umlegen, oder die obere Seite nach unten kehren kann, wodurch die geometrische Axe auf die ent-

gegengesetzten Seiten der magnetischen fällt, und letztere daher als zwischen den beiden Richtungen der erstern liegend gefunden wird.

Der Kreis, welchen die Spitze der Magnetnadel durchläuft, wird verschieden eingetheilt. Zum Messen der Winkel theilt man ihn bei der Boussole in 360 Grade, bergmännisch enthält er Stunden und Achtel derselben, für den beweglich balancirten Schiffs-Compass zeichnet man auf denselben die Windrose.

Die Mineralien prüft man auf ihre Gehaltigkeit an magnetischen Substanzen mittelst jeder Magnetnadel nach den Gesetzen der polarischen Anziehung und Abstofsung. Um aber die magnetische Kraft einer Nadel zu verschiedenen Zeiten, an verschiedenen Orten und unter verschiedenen Bedingungen zu prüfen darf man nur berücksichtigen, daß jede Nadel pendelartig schwingt. Nennt man daher die magnetischen Kräfte g und g' ; die Zahl der Schwingungen in gleichen Zeiten m und n ; so ist $g : g' = m^2 : n^2$.

§. 184. Der magnetische Meridian fällt nicht allgemein mit dem geographischen (§. 194.) zusammen, sondern weicht an verschiedenen Orten mehr oder weniger davon ab. Diese Abweichung ist nicht bloß an den verschiedenen Orten der Erde verschieden, und sogar in langen, noch nicht bestimmten, vielleicht gar nicht regelmässigen Perioden veränderlich, sondern zeigt auch einen gewissen, von den Jahres- und Tageszeiten abhängigen Wechsel. Ausserdem giebt es mehrere einzelne, zum Theil noch problematische Ursachen, welche die Richtung der Magnetnadel afficiren.

Es giebt auf der Erde zwei Linien ohne Abweichung, oder wo der magnetische und astronomische Meridian zusammenfallen; die eine läuft durch den atlantischen Ocean, durchschneidet einen Theil von Südamerika; fällt dann in das Continent von Nordamerika und läuft in demselben nordwestlich in wenig gekrümmter Richtung die andere geht durch Neuholland, das indische Meer,

Persien, das westliche Sibirien bis Lappland in starken Krümmungen. Auf beiden Seiten dieser Linien zeigt die Nadel eine verschiedene östliche oder westliche Abweichung (in Europa westlich), welche sich indess in langen Perioden verändert, weil die erste der beiden genannten Linien eine beträchtlich - westliche Bewegung hat. In Deutschland beträgt die westliche Abweichung, von Osten nach Westen zunehmend, zwischen 18 und 21 Grade, scheint jetzt ihr Maximum erreicht zu haben, und schon wieder im Abnehmen zu seyn.

Außerdem zeigt die Declinationsnadel kleine Variationen, welche mit den Jahreszeiten wechseln, und im Sommer am geringsten sind, zugleich aber tägliche, welche dann am größten sind, und einige Stunden nach Aufgang der Sonne und ihrem Durchgange durch den Meridian die größten Differenzen darbieten. Man beobachtet sie bei den höchst beweglichen Nadeln, welche an ungezwirnter Seide aufgehangen sind. Dafs endlich die Magnetnadel durch das Nordlicht merklich afficirt werde, und ihre Richtung ändere, ist gegenwärtig durch hinlängliche Beobachtungen entschieden.

§. 185. Wenn eine in ihrem Schwerpunkte genau balancirte Nadel so aufgehangen wird, dafs sie sich in der verticalen Ebene frei und leicht bewegen kann; so wird sie nach dem Magnetisiren auf der nördlichen Halbkugel mit dem Nordpole, auf der südlichen mit dem Südpole herabsinken, und mit dem Horizonte einen den Graden der Breite proportionalen Winkel bilden. Solche Nadeln, in einem zum Messen dieses Winkels bequemen Apparate, heißen Inclinationsnadeln, *Inclinatoria*. Sie zeigen den Inclinationswinkel blofs dann genau, wenn sie im magnetischen Meridiane gerichtet sind, nehmen aber die lothrechte Stellung an, wenn sie mit demselben einen rechten Winkel bilden. Die Beobachtungen mit denselben in verschiedenen Gegenden der Erde zeigen das Vorhandenseyn eines eigenen, weder mit dem Aequator der Erde zusammen-

fallenden noch auch die magnetischen Meridiane insgesamt normal schneidenden magnetischen Aequators.

Die Verfertigung völlig genauer und leicht beweglicher Inclinationsnadeln ist schwierig. Indefs wird jede, vor dem Magnetisiren genau balancirte Declinationsnadel nach dem Magnetisiren mit dem Nordpole herabsinken, und muß daher im See-Compass für die verschiedenen Breiten durch ein Gegengewicht balancirt seyn. Weil aber bei einer Inclinationsnadel die magnetische Axe gleichfalls nicht allezeit genau mit der geometrischen zusammenfällt, und sie auch leicht ungleich balancirt seyn kann, so findet man den Inclinationswinkel am einfachsten, wenn man die Nadel um ihre Axe $\frac{1}{2}$ mal umkehrt, und zwischen den Graden, die sie beidemal zeigt, das arithmetische Mittel nimmt.

Der magnetische Aequator ist eine um die Erde laufende Linie, auf welcher die Inclinationsnadel horizontal steht, und von welcher aus die Inclination auf beiden Seiten den Graden der Breiten proportional wächst, über den magnetischen Polen aber $\equiv 90^\circ$ wird. Die genaue Bestimmung des Aequators ist schwierig. Nach *Biot* durchschneidet derselbe mit Ausnahme einiger Krümmungen den geographischen Aequator in einem Winkel von 42° Graden. Der eine Knoten desselben ist in $115^\circ 34'$ westlicher Länge von Paris, und hiernach der zweite in $295^\circ 34'$. Indefs finden sich Unregelmäßigkeiten in diesem Laufe, und es ist daher fraglich, ob es hiernach einen magnetischen Pol neben jedem Pole der Erde giebt, oder nicht vielmehr nach den neuesten Beobachtungen zwei. Dem einen derselben, an der Nordküste von Amerika, ist *Parry* auf seinen letzten Reisen sehr nahe gekommen.

Tägliche und mit den Jahreszeiten wechselnde Veränderungen der Inclination hat man noch nicht beobachtet. Dafs sie sich in langen Perioden verändere hat man früher nicht geglaubt, oder wegen der Schwierigkeit genauer Beobachtungen nicht gewifs bestimmen können. Gegenwärtig glaubt man, dafs ihre Veränderung

mit derjenigen der Declinationsnadel correspondire, worüber künftige Beobachtungen entscheiden müssen.

§. 186. Die absolute Stärke der magnetischen Anziehung nimmt vom Aequator nach den Polen zu, bei bedeutender Erhebung über die Oberfläche der Erde aber nicht merklich ab, so daß der Magnetismus hiernach zu schliessen sich bis in unendliche Fernen erstrecken müßte. Seit langer Zeit hat man die Gesammtheit aller Erscheinungen aus der Wirkung eines oder mehrerer Magnete im Innern der Erde zu erklären versucht, eine Hypothese, welche durch die neuesten Entdeckungen mindestens sehr wankend gemacht ist.

Humboldt fand aus den Schwingungen seiner Nadel, daß die magnetische Kraft in Peru sich zu der in Paris wie $0,742 : 1$ verhielt. Hiernach nimmt also die magnetische Kraft nach den Polen zu, und dieses Gesetz ist allgemein hinsichtlich auf die Inclinationsnadel. Die Kraft der Declinationsnadeln nimmt aber ab, wenn sie sich dem magnetischen Pole nähern, und wird ganz in der Nähe desselben so schwach, daß sie die feinsten Nadeln überall nicht mehr zu bewegen vermag, eine Erscheinung, welche bei einer Nadel über oder unter einem großen magnetischen Pole der Natur der Sache nach stattfinden muß.

Die Behauptung, daß die magnetische Kraft in merklicher Erhebung über die Oberfläche der Erde nicht meßbar abnehme, stützt sich auf die Beobachtung von *Gay-Lüssac*, welcher bei seinem aërostatischen Aufzuge die Zahl der Schwingungen bei der mitgenommenen Nadel eben so groß fand als auf der Oberfläche der Erde. Obgleich nun die erreichte Höhe nur geringe war gegen den Erdhalbmesser; so würde man doch dort vermittelst des Pendels allerdings einen Unterschied der Schwere wahrnehmen, während die Schwingungen der Magnetnadel keine Verminderung der magnetischen Kraft zeigten. Berücksichtigt man zugleich, daß die magnetische Kraft, eben wie die Schwere, dem Qua-

drate der Entfernung umgekehrt proportional ist; so führt die Analogie zwischen beiden allerdings zu der Annahme, daß auch die magnetische Kraft, wie die Schwere, durch das ganze Universum wirksam seyn könne, wenn gleich diese Hypothese immerhin etwas gewagt seyn mag.

Verschiedene Gelehrte haben den Magnetismus der Erde, worauf die Inclinationen und Declinationen beruhen, auf die Wirkung eines, zweier, vier oder mehrerer Magnete im Innern der Erde, oder auch auf die Polarität des ganzen festen Erdkerns zurückführen wollen, und die verschiedenen Phänomene dieser Hypothese gemäß sehr scharfsinnig erklärt. Noch neuerdings ist dieses insbesondere durch *Biot* geschehen. Indefs ist hiermit die mit der Erhebung der Sonne über den Horizont und ihren Durchgang durch den Meridian correspondirende tägliche Variation der Magnetnadel nicht wohl vereinbar. Ueber das eigentliche Wesen des Magnetismus ist es aber am rathsamsten, für jetzt noch gar keine Hypothese aufzustellen

A n h a n g.

Electromagnetismus und Thermomagnetismus.

§. 186. a. Ein vorzügliches Mittel, den Magnetismus in allen Metallen, auch solchen zu erregen, welche sonst völlig indifferent dagegen sind, ist die Electricität.

Man wußte schon seit langer Zeit, daß Stahlnadeln durch den electrischen Funken, oder überhaupt durch Flaschenschläge magnetisch würden. Indefs machte *Oerstedt* zu Kopenhagen im Anfange des Jahrs 1820 die höchst wichtige Entdeckung, daß der Verbindungsdraht der beiden Pole einer Volta'schen Säule auf eine eigenthümliche Weise magnetisch ist. Seitdem ist dieser Gegenstand eben so viel als anhaltend von allen Seiten untersucht, und die Hauptsache desjenigen, was man dadurch aufgefunden hat, besteht in Folgendem.

§. 186. *b.* Ein Metalldraht, welcher bei einem einfachen Volta'schen Electromotor die $+$ Electricität vom Kupfer zum Zink leitet, wird auf eine solche Weise magnetisch, daß er in der Richtung von Nord nach Süd gerade ausgespannt, wie auch immer vorher oder nachher seine Krümmungen und Verschlingungen seyn mögen, den Nordpol einer unter ihm befindlichen Magnetnadel östlich, einer über ihm befindlichen westlich abweichend macht. Ist die Nadel zugleich so aufgehängt, daß sie sich auch neigen kann; so wird ihre Nordspitze, wenn sich die Axe derselben mit der des Drahtes in einer horizontalen Ebene befindet, an einer Seite herabgedrückt, an der andern in die Höhe gehoben werden. Stellt man sich also den electrischen Strom von Nord nach Süd gerichtet vor, so wird die Nordspitze der Nadel unter dem Drahte befindlich nach Osten, an der linken Seite in die Höhe, über demselben westlich und an der rechten Seite herabwärts bewegt werden, mithin in der angegebenen Richtung ganz um den Draht herumlaufen. Dieses Herumlaufen nimmt man noch besser wahr, wenn man dem Leitungsdrahte eine verticale Richtung giebt. Daß die Bewegung der Südspitze die entgegengesetzte sey, versteht sich von selbst, auch sind diese Erscheinungen umgekehrt, wenn der Leitungsdraht die Pole einer großplattigen Säule verbindet, indem dann der $+$ electrische Strom vom Zink zum Kupfer übergeht. Die Erscheinungen nehmen ab, so wie der Winkel wächst, welchen die Axe des Leitungsdrahtes mit der magnetischen Axe der Nadel macht, und hören auf, wenn dieser 90° wird.

Unter den zahlreichen Apparaten ist folgender einer der einfachsten. Fig. 34 ist *a b* der Durchschnitt eines Bretes, ohngefähr 10 Z. breit 20 Z. lang. In der Mitte desselben sind die Glassäulen *v v* eingekittet, oben mit flachen messingenen Trägern versehen, auf welche dünne und dicke, hohle und massive Drähte gelegt, und rücksichtlich ihres Einflusses auf die Magnetnadel geprüft werden können. Zu diesem Ende werden die

messingenen Träger entweder polirt, oder mit einem Tropfen Quecksilber in einer kleinen Höhlung versehen um hierdurch die leitende Verbindung der Drähte herzustellen, welche auch an ihren Enden bei *l l* durch einen Deckel mit zwei Schraubchen festgehalten werden können. An der oberen Fassung bei *f f* befinden sich messingene Hervorragungen mit halbkugelförmigen Vertiefungen voll Quecksilber, in welches die krummgebogenen Drähte α und γ gesenkt werden, und in die mit Quecksilber gefüllten Vertiefungen *e e* im Brette herabhängen. Aus diesen laufen die Drähte βz , δk nach dem Zink- und Kupferpole des Electromotors, wozu am besten der oben §. 174 beschriebene Trog genommen wird. Stellt man den kupfernen Trog auf die eine Seite des Brettes, oder der Reinlichkeit wegen auf ein Bret, worauf der ganze Apparat steht, befestigt an der einzutauchenden Zinkscheibe zwei Haken, durch welche eine etwas längere Glasröhre gesteckt wird, als die Länge der Zinkplatte ist, richtet dann zu beiden Seiten des Troges zwei Träger mit Armen auf; so kann man die eingetauchte Zinkscheibe in der Zwischenzeit über dem Troge so aufhängen, daß die herabfließende Säure in denselben abtröpfelt. Ueber den eigentlichen Apparat wird ein hölzerner Rahmen mit 4 Glasscheiben *m m* gestürzt, welcher oben durch zwei ungleich lange Glasscheiben *n n* bedeckt ist. Durch die Oeffnung zwischen diesen verschiebbaren Scheiben läßt man die Magnetnadel herab. Sie besteht am besten aus einem Stücke einer Uhrfeder, in der Mitte mit einem feinen Löffelchen durchbohrt, und an einem hier hindurchgezogenen ungezwirnten Seidenfaden aufgehangen. Indem die Nadel durch ein am Faden befestigtes Gegengewicht balancirt ist; so kann man sie höher oder niedriger, seitwärts, unter und über den Draht *l l* herablassen. Der ganze Apparat wird dann auf eine etliche Zoll hohe hölzerne Scheibe gestellt, um ihn auf derselben nach allen Weltgegenden um eine durch denselben gehende lothrechte Axe drehen zu können. Letz-

teres ist besonders wichtig, wenn man das Verhalten der Nadel gegen den lothrechten Leitungsdraht prüfen will, in welchem Falle ein Draht unmittelbar in das Quecksilber in *e* getaucht, an den Träger *l* festgebunden, und über der einen Glasscheibe hin bis zum Kupfer- oder Zinkpole geführt werden kann. Dafs man statt horizontaler Nadeln auch inclinirende, oder auch lothrecht herabhängende anwenden könne, wozu magnetisirte Nähnadeln sehr geeignet sind, ergiebt sich leicht.

§. 186. c. Dafs die beschriebenen Erscheinungen am leitenden Drahte ganz eigentlich magnetisch sind, und auf magnetische Polarität deuten, ergiebt die Beobachtung derselben unmittelbar. Zugleich aber folgt, dafs der leitende Draht, wenn er hinlängliche Beweglichkeit hat, durch einen festgehaltenen Magnet auf gleiche Weise in Bewegung gesetzt werden mufs, als er selbst fest gemacht, diesen beweglichen in Bewegung setzt, auch mufs er nothwendig unter gehörigen Bedingungen durch den Erdmagnetismus afficirt werden.

Sehr starke Electromotoren bewirken, dafs Eisenfeile in bedeutender Menge an den Leitungsdrähten hängen bleibt, wodurch eine eigentliche magnetische Polarität desselben ausser Zweifel gesetzt wird. Man kann auf verschiedene Weise den Leitungsdraht leicht beweglich aufhängen, so dafs er durch einen genäherten Magnet angezogen und abgestofsen wird, auch wirken zwei Leitungsdrähte, wovon mindestens einer beweglich ist, anziehend und abstofsend auf einander.

Jeder Leitungsdraht an sich hat Polarität. Noch mehr aber ist dieses der Fall, und stärker ist die Gesamtwirkung, wenn man mehrere Drähte vereinigt. Sehr einfach geschieht dieses durch die Scheibe fig. 35 aus spiralförmig gewundenen und vermittelst Seidenfäden in geringem Abstände von einander gehaltenem feinen Messingdrahte, welche mit den beiden Polen eines Electromotors verbunden an der einen Seite einen Nord-

pol, an der andern einen Südpol mit stärkster Intensität in ihrer Mitte erhält. Vollständiger noch zeigt sich die Polarität, welche nicht bloß dem Magnete, sondern auch der Wirkung des Erdmagnetismus folgt, an einem kleinen Apparate fig 36. Man wickelt um einen Federkiel in dichten Windungen einen feinen, mit Seide übersponnenen Kupferdraht (silberne Klaviersaiten), biegt die an den Enden des Federkiels festgebundenen, von Seide entblößten Drahtenden α und β herabwärts, und löthet den einen an einen kleinen silbernen Becher (großen Fingerhuth), den andern an einen auf etwas Lösch Tuch in diesem stehenden hohlen Cylinder von Zink, und hängt den Apparat an einem ungezwirnten Seidenfaden so auf, wie die Zeichnung angiebt. Füllt man den Becher mit der erforderlichen Flüssigkeit (etwa 1 Theil Scheidewasser mit 6 Thl. Wasser) so stellt sich der Apparat in den magnetischen Meridian.

§. 186. *d.* Der durch den electrischen Strom hervorgerufene Magnetismus durchdringt, als solcher, die electrischen Nichtleiter, während jener dadurch isolirt wird. Hierauf gründet sich die Anwendung des electromagnetischen Condensators oder Multiplicators, und zugleich wird es dadurch leichter möglich, Stahlnadeln durch den Strom der Volta'schen, wie auch der Flaschen-Electricität bedeuten stark zu magnetisiren.

Der durch *Schweigger* erfundene, durch *Poggendorf* und *v. Yelin* verbesserte Multiplicator besteht aus dem oben beschriebenen, mit Seide umsponnenen Drahte, welcher um eine Scheibe, ein Bret oder ein geeignetes Klötzchen in vielfachen Windungen gewunden, die Wirkungen kleiner Electromotoren so vielmal vermehrt, als die Zahl der Windungen beträgt (den unvermeidlichen größeren Abstand der entfernteren Windungen von der Nadel abgerechnet).

Eine Stahlnadel, auf was immer für eine Weise electrisch isolirt, und unter den Leitungsdraht des electrischen Stromes gebracht, die Axen beider parallel

laufend, wird nicht magnetisch; geht jener aber über die Spitze derselben, oder bei kurzen Nadeln über ihre Mitte, unter oder an derselben hin, beider Axen normal gegen einander gerichtet, so wird sie magnetisch. Für einen bis einige heftige Schläge aus einer großen Flasche ist es am bequemsten, wenn man die Nadel in eine Glasröhre steckt, diese mit einem übersponnenen Drahte umwickelt, und den Schlag hindurchgehen läßt. Je nachdem die Richtung dieser Windungen und des electrischen Stromes ist, wird der Nordpol an der einen oder der andern Seite zum Vorschein kommen. Bei zwei, durch entgegengesetzte Windungen verbundenen Glasröhren fig. 37. werden die eingeschlossenen Nadeln durch einen Schlag entgegengesetzte Polarität erhalten, laufen aber die Windungen fig. 38. zuerst nach der einen, dann nach der entgegengesetzten Seite; so erhält man an beiden Seiten der Nadel gleiche, und in der Mitte entgegengesetzte Polarität. Sehr starke Flaschen erzeugen die Polarität in Nadeln auch dann, wenn der Leitungsdraht um Trommeln von 2 bis 6 F. Durchmesser gewunden ist. Windet man eine dicke stählerne Claviersaite in Windungen, welche etwa 0,75 bis 1 Lin. von einander abstehen, um eine 2 Lin. dicke Glasröhre, legt über oder unter diese den Leitungsdraht mit ihrer Axe parallel, und läßt einen starken Flaschenschlag hindurchgehen, so erhält man einen Transversalmagnet, bei welchem beide Pole an den beiden Seiten der Röhre liegen, und mit welchem verschiedene Wirkungen des Volta'schen Leitungsdrahtes auf die Magnetnadel gleichfalls hervorgebracht werden können.

§. 186. *e.* Zur Erklärung dieser gesammten Erscheinungen hat man verschiedene Hypothesen aufgestellt, von denen keine bis jetzt allgemein angenommen ist.

Einige waren geneigt, Electricität und Magnetismus für identisch dem Wesen nach zu halten; wogegen aber die gänzliche Indifferenz des erzeugten Mag-

netismus gegen electriche Isolirung ein zu gewichtiges Argument darbietet. Man ist daher im Allgemeinen der Meinung, daß der Leitungsdraht, so lange der electriche Strom von $+$ zu $-$, oder nach der dualistischen Ansicht, so lange beide entgegengesetzte electriche Ströme, sich wechselseitig neutralisirend, ihn durchlaufen, in einen Magnet eigenthümlicher Art verwandelt wird, dessen genaue Beschaffenheit erst künftig entschieden werden muß.

§. 186. *f.* Als der Einfluß des electriche Leitungsdrahtes auf die Magnetnadel einmal aufgefunden war, bemerkte man durch feine Versuche, daß durch dieses Mittel die kleinsten Spuren der Berührungselectricität entdeckt werden könnten, und daß sehr empfindliche Magnetnadeln zugleich die feinsten Electrometer für galvanische Electricität seyen. Mit Hülfe derselben fand man daher, daß verschiedene Metalle mit einander verbunden und ungleich erwärmt, ja daß sogar gleiche Metalle durch ungleiche Temperatur schwache Bewegungen solcher Nadeln hervorbringen.

Sehr feine, zu solchen Versuchen geeignete Magnetnadeln verfertigt man aus Stücken einer Uhrfeder, welche möglichst dünn geschliffen werden, bei unveränderter Breite, aber Zuspitzung an beiden Enden. In der Mitte wird ein kleines Löchelchen gebohrt, und durch dieses ein sehr feines Häkchen von Messing gesteckt, um ein kurzes Seidenfädchen daran zu binden, oder man zieht letzteres unmittelbar durch das Löchelchen.

An das Ende des Fädchens wird etwas Wachs gedrückt, soviel gerade hinreicht, einen Spinnenfaden festzukleben, dessen anderes Ende an einen Messingdraht geklebt wird. Letzteren schiebt man durch einen Kork, hängt auf diese Weise die Nadel unter einer kleinen Glocke auf, und hebt sie höher oder niedriger durch Auf- und Niederschieben des Drahtes in dem Korke. Solche Nadeln zeigen unmittelbar, oder mit Hülfe des Condensators die Wirkungen des Thermomagnetismus.

Am leichtesten erhält man diese Erscheinungen, wenn man einen Streifen Kupferblech, 7 bis 9 Zoll lang 0,5 Zoll breit zweimal in einen rechten Winkel biegt, so daß die drei Seiten gleich werden, die offenen durch eine zwischengelöthete Stange Zink, Antimonium, Wismuth, oder auch nur Messing u. s. w. schließt, dann das eine oder das andere dieser Metalle in Schnee erkältet, oder noch besser über einem Lichte erwärmt, und unter die feine Nadel hält, indem diese dann östliche oder westliche Abweichung zeigt. Nimmt man indess auch bloß Cylinder, Parallelopipeda, drei- oder mehrseitige Prismata vorzüglich von Wismuth, aber auch Antimonium oder Zink u. s. w. erwärmt diese am einen Ende, während sie am andern möglichst kalt erhalten werden, hält sie dann unter die beschriebene Nadel; so bemerkt man zwar geringe, aber doch unverkennbare Spuren der Abweichung. Auf allen Fall sind diese Erscheinungen wichtig genug, um zu ernsteren weiteren Untersuchungen aufzufordern.

Dritte Abtheilung.

Angewandte Physik.

1. Mathematische Geographie.

§. 187. Die Erde ist im Allgemeinen kugelförmig, erscheint uns aber wegen ihrer GröÙe an jedem einzelnen Orte, wo wir uns befinden, flach. Für ihre Kugelform entscheiden der aller Orten in gleicher scheinbarer Entfernung aufliegende Horizont, das allmälige Verschwinden irdischer und himmlischer Objecte, wenn man sich auf ihr von einem Orte zum andern bewegt, ihr Schatten auf dem Monde, und vorzüglich die Reisen um dieselbe.

Horizont bezeichnet die Begrenzung einer durch das Auge des Beobachters gelegten horizontalen Ebene durch das ringsum aufliegende Himmelsgewölbe. Rückt dieses stets weiter, so verschwindet der Erdhalbmesser gegen diese Entfernung, und man erhält eine durch das Centrum der Erde gelegte, vom Himmelsgewölbe begrenzte Ebene (den Horizont der Erdgloben) als *wahren* Horizont. Eine auf die Oberfläche der Erde gelegte Ebene heisst dagegen der *scheinbare* Horizont, der Winkel aber, welchen zwei, von einem Himmelskörper ausgehende, nach dem Mittelpunkte der Erde und nach dem Beobachtungspunkte gezogene Linien mit einander machen, heisst die Horizontalparallelaxe.

Erhebt man sich über die Oberfläche der Erde, so muß man vermöge ihrer Kugelgestalt Gegenstände in gröfserer Entfernung sehen können. Folgende lothrechte Höhen in par. F. und Weiten, wohin man sehen kann, in geographischen Meilen, gehören einander zu:

<i>Höhe.</i>		<i>Weite.</i>		<i>Höhe.</i>		<i>Weite.</i>
100	—	2,75		4500	=	18,40
200	—	3,88		5000	=	19,40
300	—	4,75		6000	=	21,25
400	—	5,50		7000	=	22,96
500	—	6,17		8000	=	24,50
1000	—	8,66		9000	=	26,04
1500	—	10,62		10000	=	27,44
2000	—	12,30		12000	—	30,06
2500	—	13,72		14000	=	32,50
3000	—	15,04		16000	—	34,70
3500	—	16,25		18000	—	36,80
4000	—	17,36		20000	—	38,80

Die Reise um die Erde (um die Welt) des Portugiesen *Hernando Migalhaens* im J. 1519—22 diente vorzüglich dazu, die Vorstellung von der kugelförmigen

Gestalt der Erde zu versinnlichen. Seitdem sind sie oft wiederholt, hauptsächlich durch *Cook*, und gegenwärtig sind fast unausgesetzt Entdeckungsschiffe auf solchen Reisen begriffen, deren Zweck ist, die Erdkunde zu erweitern.

§. 188. Ueberall, wo man sich auf der Erde befindet, geht die Fallinie (§. 33.) nach dem Mittelpunkte derselben. Diese verlängert giebt oben das *Zenith*, unten den *Nadir*; diejenigen Linien aber, welche die Horizontalebene schneiden, geben die *Weltgegenden*, worunter diejenigen die wichtigsten sind, welche nach den vier Cardinalpunkten laufen.

Die Horizontalebene dient in der Astronomie und Geodäsie als Grundlage des Messens. Die Winkel, welche die von den Himmelskörpern in das Auge des Beobachters gehenden geraden Linien mit ihr bilden, heißen die *Höhen* dieser Himmelskörper; die Neigung der in dieser Ebene von verschiedenen Objecten in das Auge des Beobachters gezogenen Linien giebt die *Azimuthalwinkel*; und wenn man diese in die Horizontalebene niederlegt, so giebt dieses die Reduction auf den Horizont. Größte Kreise durch Zenith und Nadir gezogen heißen *Scheitelkreise*, *Verticalkreise*. Derjenige von diesen, welcher durch den Polarstern geht, heißt mit genäherter Genauigkeit der *Meridian*, und eine Durchschnittslinie desselben und der Horizontalebene durch den Punkt des Beobachters heißt die *Mittagslinie*. Sie giebt *Norden* und *Süden*; die sie normal schneidende *Osten* und *Westen*. Theilt man, von diesen Hauptpunkten ausgehend, den ganzen Horizontalkreis dann noch in 28 Theile, so erhält man die *Windrose*, welche von den Schiffen durch Halbiren zuweilen im Ganzen in 64 Theile getheilt wird.

§. 189. Die scheinbare tägliche Umdrehung des Himmelsgewölbes ist eine Folge der Umwälzung der Erde um ihre Axe, deren Endpunkte die Erdpole, und wenn sie bis an das Himmelsgewölbe verlängert werden, die *Weltpole* bilden. Hieraus entsteht auf der

Erde und am Himmel der Aequator, ein größter Kreis, welcher von den Polen 90° entfernt ist.

Eigentlich drehen sich die Himmelskörper nur scheinbar täglich einmal von Osten nach Westen um die Erde. Dafs dieses eine Folge der Umdrehung der Erde um ihre Axe von *W.* nach *O.* sey, folgt nothwendig aus der weiten Entfernung der Himmelskörper, welche die ungeheuern Bahnen in so kurzer Zeit nicht durchlaufen könnten, und aus der Schwungkraft, welche wir auf der Erde wahrnehmen (§. 34.).

Der Aequator oder Gleicher, weil jeder in ihm befindliche Himmelskörper gleiche Zeit über und unter dem Horizonte verweilt, wird auf der Erde und am Himmel in 360 Grade getheilt.

§. 190. Die Erde ist einer der eilf Planeten des Sonnensystems. Sie bewegt sich alle Jahr um ihre Sonne, wodurch die scheinbare Bewegung der letzteren entsteht. Die Bahn, welche sie unter den Gestirnen durchläuft, heist die Ekliptik, und ist in zwölf Theile getheilt, welche von den Bildern der Thiere, wozu die Alten die Sterne vereinigten, der Thierkreis genannt wird.

Unter den Himmelskörpern unterscheidet man die *Fixsterne* oder Sonnen, welche mit fast unmerklicher Veränderung stets den nämlichen Ort beibehalten, die *Cometen*, deren Zahl unbekannt, aber sehr groß ist, und deren meistens elliptische Bahnen um die Sonne in jeder Hinsicht höchst verschieden sind, und die *Planeten*, wozu unsere Erde gehört, nebst deren *Trabanten*. Die Alten nahmen sieben Planeten als Regierer der sieben Wochentage an, und die Erde in ihrer Mitte stillstehend; *Copernicus* setzte die Sonne in die Mitte als stillstehend, liefs die Erde nebst noch fünf Planeten sich in Kreisen um dieselbe bewegen, und machte den Mond zum Trabanten der Erde. Nachher entdeckte man seit *Galilei* die 4 Trabanten des Jupiter, und 5 des Saturn. *Herschel* entdeckte 1781 den *Uranus*, bald nachher noch 2 Trabanten des

Saturn und 6 des Uranus. Erst 1801 entdeckte *Piazzi* die Ceres, 1802 *Olbers* die Pallas, 1804 *Harding* die Juno, und 1807 *Olbers* die Vesta.

Was über die Planeten in genäherten Werthen bestimmt werden kann, ist Folgendes:

	Durchmesser in Meilen	Dich- tigkeit	Masse.	Entfer- nung in Mill. Meilen.	Umlaufs zeit.		Volumen.
					J.	T.	
<i>Sonne</i>	192472	0,243	329630,0	0,0		0	1395324,4
<i>Mercur</i>	659,3	2,897	0,1627	7,97		88	0,0565
<i>Venus</i>	1648,3	1,047	0,9243	14,9		224,7	0,8828
<i>Erde</i>	1719,5	1,000	1,0000	20,6	1.	0	1,0
<i>Mars</i>	889,3	0,934	0,1294	31,5	1.	322,2	0,1386
<i>Ceres</i>	352	—	—	57,3	4.	221,5	0,00858
<i>Pallas</i>	456	—	—	57,8	4.	221,7	0,01867
<i>Juno</i>	310	—	—	53,8	4.	131,0	0,00586
<i>Vesta</i>	74	—	—	49,0	3.	240,2	0,00008
<i>Jupiter</i>	18670	0,241	308,9	107,2	11.	314,5	280,9
<i>Saturn</i>	17156	0,095	93,27	196,5	29.	166,9	974,78
<i>Uranus</i>	7444,1	0,0208	1,69	395,3	84.	7,7	81,26
<i>Mond</i>	469,2	0,730	0,0146	0,055	—	—	0,02

Trabanten oder Monde haben die Erde einen, Jupiter vier, Saturn wenigstens sieben, und Uranus wenigstens sechs.

Den mittleren Durchmesser der Erdbahn rechnet man zu 41703000 Meilen, also ihre Gröfse 431 Millionen Meilen, wonach die mittlere Geschwindigkeit der Erde 358700 Meilen in 24 Stunden beträgt. In dieser Bahn bewegt sich die Erde in der nämlichen Richtung, wie alle Planeten, nämlich von W nach O. wodurch die scheinbare Bewegung der Sonne in eben dieser Richtung entsteht. Die Zeichen des Thierkreises, worin diese Bahn liegt, sind Widder, Stier, Zwillinge, Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, Steinbock, Wassermann, Fische. In 90° Abstand von der Ekliptik befinden sich die Pole derselben. Ekliptik

(Finsternifs) heißt sie aber, weil bei Sonnen- und Mondfinsternissen Sonne, Mond und Erde in ihrer Ebene liegen müssen.

§. 191. Die Ekliptik schneidet den Aequator unter einem Winkel von $23^{\circ} 27' 45'',7$, welcher die Schiefe derselben genannt wird. Derjenige Punkt, in welchem die Sonne in der Frühlings-Nachtgleiche bei ihrer scheinbaren Bewegung in der Ekliptik den Aequator schneidet, ist der Normalort, von welchem man in der Astronomie bei der Bestimmung des Ortes der Himmelskörper ausgeht. Beide, sowohl die Schiefe der Ekliptik, als auch dieser Durchschnittspunkt sind veränderlich. Auf ihnen beruhet die Bezeichnung der Nachtgleichen, der Sonnenwenden und der Polarkreise.

Die Schiefe der Ekliptik ist, so weit die historische Zeit reicht, abnehmend gewesen, und die Abnahme beträgt jährlich $0'',45$. Nähme sie beständig ab, so müßte sie zuletzt mit dem Aequator zusammenfallen; allein mehrere Astronomen behaupten, die größte Differenz ihrer Schiefe könne nicht mehr als $1^{\circ} 20'$ betragen.

Von dem Augenblicke an, wo die Sonne in der Frühlingsnachtgleiche den Aequator schneidet, beginnt das astronomische Jahr, und von diesem Punkte an bestimmt man auch die Oerter der Himmelskörper. Zählt man nämlich im Aequator von diesem Punkte an nach Graden, Minuten und Secunden von W. nach O.; so erhält man die *Rectascension* oder gerade Aufsteigung eines Sternes, und wenn man auf gleiche Weise vom Aequator nach den Weltpolen mißt, seine *Declination* oder Abweichung. Verfährt man auf gleiche Weise in der Ekliptik, und von dieser an nach ihren Polen hin; so erhält man seine *Länge* und *Breite*. Durch den gemeinschaftlichen Einfluß der Anziehungen der Sonne, des Mondes und der Planeten auf die gegen die Erdbahn geneigte Erdaxe wird der Aequator fortwährend auf der Ekliptik fortgeschoben, wonach die Durch-

schnittpunkte beider sich der Ordnung der Zeichen des Thierkreises entgegen bewegen, welches die *Präcession* oder Vorrückung der Nachtgleichen genannt wird. Hiernach muß auch der Erdpol um den Pol der Ekliptik einen Kreis beschreiben, und es kann daher der Nordpol nicht allezeit nach dem jetzigen nördlichen Polarstern gerichtet seyn. Die zu einem solchen ganzen Umlaufe erforderliche Zeit nennt man das große Platonische Jahr, und setzte es ehemals auf 25720 Jahre. Da aber die Vorrückung der Nachtgleichen nach genaueren Beobachtungen jährlich 50,“ 2066 beträgt; so ist die Länge jener Periode vielmehr $\frac{360^0}{50,“ 2066} = 25813,3$ Jahre.

Ist die Sonne in einem der Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik, so sind Tag und Nacht einander gleich, wesswegen sie die *Nachtgleichspunkte* heißen. Ein größter Kreis durch diese und die Pole der Ekliptik heißt der Colur der Nachtgleichen, ein anderer, welcher die Ekliptik in ihrem größten Abstände vom Aequator rechtwinklich schneidet, also durch die Pole derselben und die Weltpole geht, heißt der Colur der Sonnenwenden. Diejenigen größten Kreise, welche die Sonne in ihren Stillstandspunkten durch ihre scheinbare Umdrehung am Himmel beschreibt, nennt man *Wendekreise*, diejenigen aber, welche von den Polen der Ekliptik beschrieben werden, heißen *Polarkreise*. Die Abstände der ersteren vom Aequator und der letzteren von den Weltpolen sind natürlich einander gleich. Es heißen ferner jene *tropicus cancri* und *capricorni*, diese *circulus polaris arcticus* und *antarcticus*; alle werden zugleich auch auf die Erde übertragen.

§. 192. Die Umdrehung der Erde um ihre Axe ist eine stets gleichbleibende Bewegung. Mißt man dieselbe nach irgend einem unverrückten Fixsterne; so erhält man die stets gleichbleibende Sternzeit. Der scheinbare Lauf der Sonne in ihrer Bahn ist dagegen

nicht gleichförmig, sondern wegen der elliptischen Gestalt dieser Bahn und ihrer schiefen Lage gegen den Aequator ungleich, worauf der Unterschied der wahren und der mittleren Sonnenzeit beruhet. Auf gleiche Weise entsteht durch das Vorrücken der Nachtgleichen das siderische und das etwas kürzere tropische Jahr.

Die Zeit einer Umwälzung der Erde mißt man am bequemsten nach dem Durchgange eines Fixsternes durch den Meridian, oder auch nach dem Verschwinden desselben hinter einem entfernten Gegenstande. Sie heißt ein *Sternentag*, und Uhren, welche den Zeitraum von einem solchen Durchgange zum andern in 24 gleiche Stunden theilen, heißen *Sternuhren* oder Uhren nach Sternenzzeit. Nimmt man statt eines Sterns die Sonne, so erhält man einen *Sonnentag*, und dieser, in 24 Stunden getheilt, giebt die wahre *Sonnenzeit*. Ein Sonnentag muß länger seyn, als ein Sternentag, weil die Sonne der Bewegung des Himmelsgewölbes entgegen weiter rückt, mithin am folgenden Tage das letztere sich so viel weiter bewegen muß, als die erstere Bewegung beträgt. Die Sonne durchläuft aber ihre Bahn von 360° in nahe 365,25 Tagen, mithin legt sie täglich im Mittel $59^{\circ} 8'',34$ im Bogen zurück, und weil 360° im Bogen auf 24 Stunden in Zeit gehen; so gebraucht sie hierzu $3^{\circ} 56'',546$ Sternenzzeit oder $3^{\circ} 55'',909$ Sonnenzeit. Theilt eine, die Ungleichheiten der Sonnenbewegung ausgleichende, Uhr die mittlere Sonnenzeit in 24 Stunden; so geht eine Sternuhr dieser täglich um $3^{\circ} 55'',909$ voraus, oder ein Sternentag beträgt 23 St., 56 M., 4,091 Sec. mittlere Sonnenzeit.

Die Sonne ist in ihrer scheinbaren Bahn der Erde im Winter am nächsten, im Sommer am fernsten, und daher im erstern Falle am größten, im letztern am kleinsten; geht ferner im erstern schneller, indem sie im Maximo täglich $1^{\circ} 4' 40'',3$ im letztern aber am langsamsten, indem sie im Minimo nur $57' 41'',4$ im Bogen zurücklegt. Die ungleiche Zeit von einem Durchgange der Sonne durch den Meridian bis zum andern, wel-

che auch die Sonnenzeiger angeben, heißt die *wahre Sonnenzeit*.

Die ganze Zeit eines scheinbaren Umlaufes der Sonne durch den Sternenhimmel heißt ein *Jahr*, und zugleich ein *Sternenjahr*, wenn man von ihrem Stande bei irgend einem Sterne anrechnet, bis sie wieder zu demselben zurückkommt, *tropisches Jahr* aber, wenn man den Durchschnittspunkt des Aequators und der Ekliptik als Anfangs- und End-Punkt annimmt. Letzteres ist wegen der Präcession kürzer, und beträgt 365 T., 5 St., 48 M., 49,2 Sec.; ersteres dagegen 365 T., 6 St., 9 M., 12,34 Sec.

Um die über 365 Tage noch vorhandenen Stunden, Minuten und Secunden zu vertheilen dient das Einschalten eines Tages alle vier Jahre, mit Ausnahme der Secularjahre, von denen nur das vierte ein Schaltjahr ist. Es war 1600 ein Schaltjahr, also ist 2000 wieder ein Secular-Schaltjahr.

§. 193. Derjenige Winkel, welchen die vom Beobachtungsorte nach dem Weltpole verlängerte Linie mit der Horizontalebene macht, heißt die Polhöhe oder geographische Breite des Ortes. Sie ist allezeit die Ergänzung der Aequatorshöhe oder auch des Winkels der Falllinie mit der Erdaxe oder der Weltaxe.

Man erhält die Polhöhe in genähertem Werthe aus dem Winkel, welchen eine nach dem Polarstern verlängerte Linie mit der Horizontalebene macht, da dieser Stern jetzt nur etwa $4^{\circ} 39'$ vom Weltpole absteht, genauer, wenn man diesen Winkel zweimal nach einem Zwischenraume von 12 Stunden Sternzeit mißt, die Differenz der gemessenen Höhe halbt, und zur untern addirt oder von der obern abzieht. Gleich genau findet man die Aequatorhöhe aus dem Stande der Sonne bei ihrer Culmination um Mittag, wenn man ihre Höhe über dem Horizonte mißt und ihre nördliche oder südliche Abweichung abzieht oder zuaddirt. Den gefundenen Winkel von 90° abgezogen giebt die Polhöhe.

§. 194. Meridian eines Ortes heißt derjenige

größte Kreis, welcher durch die Weltpole und das Zenith des Beobachters geht, dessen Ebene daher die Horizontalebene rechtwinklich schneidet. Zieht man in der letzteren durch den Ort des Beobachters eine gerade Linie so, daß sie den Meridian schneidet; so heisst diese die Mittagslinie.

Die Kreisbogen, welche die Gestirne durch die scheinbare Umdrehung des Himmelsgewölbes über die Horizontalebene beschreiben, heißen Tagebogen. Der Wendepunkt ihrer größten Erhebung über den Horizont heisst die Culmination, und ist in nördlichen und südlichen Breiten bei einigen Sternen doppelt, die obere und untere. Legt man durch den Culminationspunkt eines nicht im Zenith befindlichen Sternes und das Zenith eine verticale Ebene, so ist der Durchschnitt derselben mit der horizontalen die Mittagslinie. Da es ohne genaue Zeitbestimmung schwierig ist, diesen Punkt zu finden, so kann man durch das Zenith und einen Stern in gleicher Höhe desselben vor und nach seiner Culmination verticale Ebenen legen, den Winkel, welchen beide mit einander machen halbiren, durch die Mitte eine verticale Ebene legen, und dann giebt der Durchschnitt derselben mit der horizontalen die Mittagslinie. Bei der Sonne muß hierbei ihre veränderliche Declination corrigirt werden.

Am häufigsten bedient man sich zum Finden der Mittagslinie der gleich langen Schatten, welche ein lothrechter Stift an einen oder mehrere ihn umgebende Kreise auf einem horizontalen Brette vor und nach Mittage wirft, indem man die Punkte, wo der Schatten beide male den nämlichen Kreis trifft, durch eine gerade Linie verbindet, diese halbirt, und von der Mitte aus durch den Punkt des Stiftes die Mittagslinie zieht. Allein wegen des Halbschattens und der veränderlichen Höhe der Sonne ist diese Methode ungenau, weit genauer dagegen findet man die Mittagslinie, wenn man den Polarstern und den Alioth im großen Bären, deren gerade

Aufsteigung nahe um 480° verschieden ist, in die Ebene von zwei lothrecht aufgehängenen Fäden bringt.

§. 195. Die Erdkugel ist fast auf gleiche Weise, als die hohle Himmelskugel eingetheilt. Hiernach hat man Pole und Aequator der Erde, Wendekreise, Polarkreise und Meridiane, endlich, durch die Eintheilung des Aequators in die gewöhnliche Kreiseintheilung, Grade der Länge, und indem man eben so vom Aequator nach den Polen mißt, Grade der nördlichen und südlichen Breite.

Die Benennung der Länge und Breite kommt von *Strabo*, welcher vom äußersten Süden bis äußersten Norden 29700, von W. nach O. aber 70000 Stadien zählte.

Die meisten, zu den angegebenen Bestimmungen erforderlichen Messungen werden an der hohlen Himmelskugel vorgenommen, und von da auf die Erde übertragen. Der Aequator, welcher die vorzüglichste Normallinie zur Eintheilung der Erde gewährt, ist genau bestimmt, und auf allen Weltcharten oder Erdgloben gezeichnet. Diesem parallel laufen südlich und nördlich die Wendekreise in einem Abstände um $23^{\circ} 30'$ im genäherten Werthe, und eben so in einem Abstände von $66^{\circ} 30'$ die Polarkreise, welche sonach $23^{\circ} 30'$ vom Pole abstehen. Hierdurch erhält man die 5 Zonen, die heiße zwischen den Wendekreisen, die beiden gemäßigten zwischen diesen und den Polarkreisen, die beiden kalten unter den Polen. Aus den Declinationskreisen am Himmel werden die, den Aequator normal schneidenden Meridiane, deren erster, als Anfangspunkt zum Zählen der Längengrade, nicht allgemein bestimmt festgesetzt ist. Am gebräuchlichsten ist derjenige, welcher die ehemalige alte und neue Welt trennt, und durch die Insel *Ferro*, $19^{\circ} 57' 30''$ westlich von Paris geht, oder der Bequemlichkeit wegen $2' 30''$ westlich von dieser Insel, so daß Paris genau 20° östlich von dieser Insel liegt. Sonst nimmt man auch den Meridian berühmter Sternwarten als Anfangspunkt an,

namentlich von *Greenwich* und *Paris*, und zählt willkürlich Grade westlicher oder östlicher Länge durch den ganzen Kreis. Wenn aber nicht bestimmt ist, nach welcher Seite die Länge gezählt sey, so ist sie allezeit östlich.

§. 196. Hiernach dienen also der Aequator und der erste Meridian zur Bestimmung der Oerter auf der Erde. Die Grade der Breite fallen hierbei mit den Polhöhen zusammen, die Längengrade können aber in denjenigen Fällen, wo geodätische Messungen unmöglich sind, nicht anders als aus der Vergleichung des Zeitunterschiedes für gleiche, an verschiedenen Orten beobachtete Erscheinungen gefunden werden. Hierzu dienen hauptsächlich Blickfeuer, Sonnen- und Mond-Finsternisse, Verfinsterungen der Jupiterstrabanten und Sternbedeckungen. Vorzüglich bedient man sich der Längenuhren, um aus der Vergleichung der wahren Zeit an dem Orte einer Beobachtung den Zeitunterschied zwischen diesem und einem andern bekannten Orte, dessen Zeit durch die Uhr allezeit richtig angegeben werden muß, zu bestimmen.

Wie groß die Genauigkeit der Breitenbestimmung sey, läßt sich daraus beurtheilen, daß auf 1 Sec. des Unterschiedes der Polhöhe nahe 95 F. (§. 205.) auf der Oberfläche der Erde gehören.

Die Bestimmung der Länge ist da, wo geodätische Messungen nicht statt finden, ungleich schwieriger, und beruhet auf sehr genauen Zeitbestimmungen. Indem nämlich die Sonne einen Kreis von 360° in 24 Stunden beschreibt; so muß sie einen Grad in 4 Minuten, eine Minute in 4 Secunden durchlaufen. Hierauf beruhet es, daß diejenigen, welche in westlicher Richtung um die Welt reisen, einen Tag weniger, die in östlicher aber einen Tag mehr zählen, als diejenigen, welche an dem Orte der Abreise zurückblieben. Das Problem der Längenbestimmung kommt also darauf hinaus, die Zeiten genau zu wissen, wann eine an zwei Orten zugleich beobachtete Erscheinung statt fin-

det, den Unterschied derselben mit 45 zu multipliciren und dadurch in Bogen zu verwandeln;

Himmliche Erscheinungen, welche zu diesem Ende an verschiedenen Orten gleichzeitig beobachtet werden können, sind weit weniger die ehemals allein gebrauchten Mondfinsternisse, als vielmehr die Verfinsterungen der Jupitersmonde durch ihren Planeten. Sonnenfinsternisse und Bedeckungen der Planeten und Fixsterne durch den Mond eignen sich vorzüglich dazu, erfordern aber wegen der Parallaxe des Mondes eine Berechnung. Weil man auf den Schiffen diese seltenern Erscheinungen nicht abwarten kann; so benutzt man hierzu den schnellen Lauf des Mondes, indem man seinen Stand unter den Sternen beobachtet, und die Zeit, wenn dieser statt fand, mit derjenigen vergleicht, welche für diesen Ort desselben und einen bestimmten Beobachtungsort (meistens *Greenwich*) schon im Voraus in Tabellen berechnet ist.

Am einfachsten und sichersten wäre es, richtig und unveränderlich gehende Uhren mitzunehmen, wenn es nicht fast unmöglich wäre, solche zu verfertigen, deren Gang nicht durch die Bewegung des Schiffes und die Anziehung des vielen Eisens auf demselben gestört würde. Indefs leisten die von *Harrison* erfundenen, seit 1761 bekannten Seeuhren, Längenuhren, Chronometer (*timekeepers*) außerordentlich viel, und geben auf den Schiffen die Länge meistens sehr genau an. Auf dem Lande bedient man sich gleichfalls solcher Uhren, mehr aber der Pulversignale oder Blickfeuer.

§. 197. Weil durch die Umdrehung der Erde um eine gegen das Himmelsgewölbe unveränderlich gerichtete Erdaxe die scheinbare Umdrehung der Gestirne hervorgebracht wird, die Lage der Horizontalebene aber, auf welcher die Fallinie allezeit normal ist, mit der Polhöhe sich ändert; so folgt hieraus, daß an den verschiedenen Orten der Erde eine verschiedene Halbkugel des Himmels sichtbar seyn muß, und daß die Tagebögen der Gestirne gleichfalls mit der Polhöhe

wechseln. Hierauf beruhet der Unterschied der parallelen, geraden und schiefen Himmelskugel.

Dafs die Erdaxe, ohngeachtet der Gröfse der Erdbahn, dennoch gegen die Fixsterne eine unveränderte Lage hat, ist eine Folge der unermesslichen Entfernung der letztern, so dafs der Durchmesser der Erdbahn dagegen verschwindet, oder die Parallaxe derselben für die Fixsterne wegfällt. Kleine Schwankungen der Erdaxe zeigen sich als Folge der Präcession und durch den Einfluß des Mondes, der Sonne und Planeten in der Nutation. Sie sind nur durch die feinsten astronomischen Messungen kenntlich.

Hätte die Erde keine Umdrehung um ihre Axe; so würden die Erdenbewohner nur die eine Hälfte des Himmelsgewölbes kennen. Der Scheitelpunkt des jedesmaligen Beobachtungsortes ist nach der Polhöhe verschieden und fällt allezeit in die Mitte der durch den Horizont abgeschnittenen Halbkugel des Himmels, welche daher gleichfalls verschieden seyn muß. Für einen Beobachter unter dem Pole beschreiben alle Himmelskörper mit dem Horizonte parallele Kreise, welches die *parallele Himmelskugel* giebt (*sphaera parallela*); unter dem Aequator sind die Tagebögen der Sterne Halbkreise, stehen auf dem Horizonte senkrecht, und die Himmelskugel heifst die *gerade* (*sphaera recta*); alle anderen Polhöhen geben eine *schiefe Himmelskugel* (*sphaera obliqua*).

§. 198. Die Sonne, der Mond und die Planeten beschreiben wegen ihrer eigenen Bewegung keine regelmässige Tagebögen. Nimmt man auf diese geringen Unterschiede bei der Sonne keine Rücksicht, und verwandelt die berechneten Tagebögen in Zeit (§. 196.), so erhält man die halbe Dauer der Tage. Nach der Tageslänge hat man jede Erdhälfte bis zum Aequator in 24 Zonen (Klimate) getheilt, deren jede durch eine um 30 Minuten kürzere Dauer der Tage verschieden ist; und vom Polarkreise bis zu den Polen noch in 6 uneigentliche, in denen der Unterschied einen Monat

beträgt. Die Summe der Tageslängen ist übrigens an jedem Orte auf der ganzen Erde gleich, und so auch der Nächte.

Die Länge der Tage ist etwas gröfser, als die Berechnung ergiebt, wegen der Strahlenbrechung, vermöge deren die Sonne scheinbar etwas mehr als 2 Minuten früher über den Horizont kommt und später unter denselben herabsinkt, als dieses in der Wirklichkeit geschieht.

Die Dämmerung entsteht durch das Licht, welches von der Atmosphäre auf die Erde reflectirt wird. Sie ist die astronomische, welche beginnt, wenn die kleinsten Sterne zu verschwinden anfangen, und dieses geschieht, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte steht; oder die bürgerliche, wenn das deutliche Erkennen der Gegenstände anfängt, oder wenn die Sonne $6^{\circ} 23',5$ unter dem Horizonte ist. Die Dauer der ersteren beträgt in Deutschland im Mittel etwa zwei Stunden, in den längsten Tagen aber verschwinden in der nördlichen Hälfte desselben die letzten Spuren der Dämmerung gar nicht.

Die auf beiden Halbkugeln gleichen dreifsig Klimate sind:

<i>Klima.</i>	<i>Ausdehnung vom Aeq. bis</i>		<i>Begreift.</i>	<i>Dauer des läng- sten Tages.</i>	
1	8 ^o	34'	8 ^o 34'	12 St.	30
2	16	45	8 10	13	
3	24	12	7 28	13	30
4	30	48	6 36	14	
5	36	31	5 43	14	30
6	41	24	4 53	15	
7	45	32	4 8	15	30
8	49	2	3 30	16	
9	52	0	2 58	16	30

<i>Klima.</i>	<i>Ausdehnung vom Aeq. bis</i>		<i>Begreift.</i>		<i>Dauer des läng- sten Tages.</i>	
10	54	31	2	31	17	
11	56	38	2	7	17	30
12	58	27	1	49	18	
13	60	0	1	33	18	30
14	61	19	1	19	19	
15	62	26	1	7	19	30
16	63	23		57	20	
17	64	11		48	20	30
18	64	50		39	21	
19	65	22		32	21	30
20	65	48		26	22	
21	66	8		20	22	30
22	66	21		13	23	
23	66	29		8	23	30
24	66	32		3	24	
25	67	23		51	1 Monat.	
26	69	50	2	57	2	
27	73	39	3	49	3	
28	78	31	4	52	4	
29	84	5	5	54	5	
30	90	0	5	55	6	

Die älteren Geographen unterschieden ferner die Bewohner eines Ortes und ihre *Gegenfüßler* oder *Antipoden*, die *Nebenwohner* (*perioeci*), welche auf dem nämlichen Parallelkreise 180 Längengrade von einander wohnen, und die *Gegenwohner* (*antocci*), die unter demselben Meridiane in gleichen Graden nördlicher und südlicher Breite auf der nämlichen Halbkugel wohnen. Rücksichtlich der Richtung des Schattens, welchen die Sonne mit ihnen macht, werden die Bewohner der heißen Zone unschattige (*ascli*) und auch zweischattige

(*amphiscii*), die Bewohner der gemäßigten Zonen einschattige (*heteroscii*) und der kalten Zonen umschattige (*periscii*) genannt.

§. 199. Dafs die Erde eine kugelförmige Gestalt habe, wufsten die Gebildeten seit Aristoteles sehr allgemein, die genauere Bestimmung ihrer Gestalt und Gröfse aber war lange Gegenstand der Untersuchung, ohne dafs ein völlig genügendes Resultat erhalten wurde.

Eratosthenes (geb. 276 v. C.) bestimmte durch Sonnenhöhen den Unterschied der geographischen Breite zwischen Alexandrien und Syene zu $7^{\circ} 42'$, also den 50sten Theil des Kreises. Die Entfernung beider Orte wurde nach Messungen der Reisenden zu 5000 Stadien angenommen, woraus der Umfang der Erde zu 250000 Stadien folgte. *Posidonius* fand aus den Polhöhen von Rhodus und Alexandrien, und der Entfernung beider Orte den Erdumfang 240000 Stadien, *Ptolemaeus* aber giebt im Allgemeinen einen Grad zu 500 Stadien, also den Erdumfang zu 180000 Stadien an.

Die älteren eigentlichen geodätischen Gradmessungen waren sämmtlich zu ungenau. Dahin gehören die des *Calif Almamun* in Bagdad um 827 n. C. und des Arztes *Fernel* zwischen Paris und Amiens durch die Umdrehung des Wagenrades. *Willebrord Snellius* zeigte zuerst 1615, dafs es unnöthig sey, genau im Meridian zu messen, und dafs man mehrere Dreiecke verbinden könne. Seine Messung war nicht sehr genau, *Norwood* kehrte 1635 zu der alten Methode wieder zurück, *Riccioli* und *Grimaldi* aber fanden die Länge eines Grades um mehrere tausend Toisen zu groß.

Picard's Messung 1669 und 70, wobei Fernröhre auf den Meßwerkzeugen gebraucht wurden, gab nahe genau die Länge eines Grades 57060 Toisen. Wegen der Streitigkeiten zwischen den Anhängern des *Cartesius* und *Newton's* über die Wirkung der von letzterem hervorgehobenen Schwungkraft der Erde, und um genauere Charten von Frankreich zu erhalten, wollte

Picard die Messung durch ganz Frankreich fortsetzen, aber die Ausführung erfolgte erst 1700 durch *Cassini II.* und *la Hire*, und entschied gegen *Newton*, indem die Erde unter den Polen verlängert seyn sollte. Eben dieses Resultat gaben auch *Cassini's* Messungen zweier Längengrade oder Perpendikel auf den Pariser Meridian, welche er 1733 und 34 anstellte. Durch den beharrlichen Streit der Anhänger *Newton's* gegen diese Behauptung wurde der König von Frankreich vermocht, auf die Vorstellung des Grafen *Maurepas* und des Ministers, Cardinals *Fleury* die weltberühmten Gradmessungen in Peru unter dem Aequator und in *Pello* unter dem Polarkreise vornehmen zu lassen. Jenes geschah 1735 durch *Bouguer* und *Condamine*, dieses im folgenden Jahre durch *Maupertuis* und *Clairaut*, und die Vergleichung der Grösse beider Grade zeigte die Abplattung der Erde unter den Polen. Eben dieses Resultat gab die durch *Cassini de Thury* und *La Caille* 1740 vorgenommene Verbesserung der älteren französischen Messung von *Picard* und dem älteren *Cassini*.

§. 200. Die Wichtigkeit der Sache und das große Aufsehen der glücklich beendigten Gradmessungen bewogen auch andere Nationen, dergleichen zu veranstalten. Keine derselben aber war von einem solchen Umfange und von solcher Wichtigkeit als die vom französischen National-Institute während der Revolution unternommene, welche hauptsächlich zur Grundlage eines allgemeinen Maßsystems dient.

Die übrigen Messungen sind 1750 von *La Caille* auf dem Vorgebürge der guten Hoffnung, von *Maire* und *Boscovich* 1751 im Kirchenstaate, von *Beccaria* in *Turin* 1777 und schon früher von *Liesganig* in Oesterreich. Eine vorzüglich genaue Messung bewerkstelligten *Mason* und *Dixon* 1764 in den Ebenen Pensilvaniens, auch gehört hierher gleichfalls die große Triangulirung des Generals *Roy* in England. Sogar in *China* wurde 1702 auf Befehl des Kaisers *Camhy* und unter der Leitung des Pater *Thomas* bei *Peking* eine

Gradmessung vorgenommen, eine weit bessere aber durch *Reuben Burrow* und *Dalby* in Bengalen.

Diese mit grossem Aufwande von Zeit und Mühe beendigten Messungen stehen indess an Genauigkeit und Schärfe der Beobachtungen, wie auch meistens an Güte der gebrauchten Instrumente den neuesten Operationen dieser Art weit nach. Dahin gehört die Wiederholung der nordischen Messung durch *Swamberg* und *Ofverbom* 1801 — 3, die grosse englische durch *Mudge* und die 1802 und in den folgenden Jahren durch *Lambton* in Ostindien ausgeführte, welche durch einen Bogen von fast 9 Graden ausgedehnt ist. Sie steht also an Ausdehnung blofs der neuesten französischen nach, welche von Dünkirchen bis *Rodez* durch *Délambre*, und von *Rodez* bis *Barcellona* durch *Mechain* ausgeführt, später von da bis nach den Balearischen Inseln durch *Biot* und *Arago* ausgedehnt wurde, und im Ganzen einen Bogen von $12^{\circ} 22' 13''$, 39 begreift, dessen Mitte unter $44^{\circ} 51' 2'' 8$ fällt, und eine Länge von 705188,8 Toisen begreift.

Auf diese ungeheure Messung ist die normale Länge des *mètre* gegründet. Berechnet man nämlich aus der ganzen Messung den nördlichen Quadranten der Erde; so beträgt ein Zehnmilliontheil desselben 0,51341111 Toisen oder 443,328 Linien der Toise von Peru. Man wartete aber die Beendigung der Messung nicht ab, sondern bestimmte den Quadranten aus dem bis *Montjoux* gemessenen Bogen zu 5130738,62 Toisen, wovon das Zehnmilliontheil oder das *mètre* 443,2958168.... par. Lin. beträgt. Daher wurde die Grösse desselben bei 0° Temperatur zu 443,296 Lin. der Toise von Peru festgesetzt, wenn diese eine Temperatur von $16^{\circ},75$ Cent. hat, welches für eine Abplattung der Erde von $\frac{1}{305}$ mit der ganzen Messung bis auf eine verschwindend kleine Grösse übereinstimmt. Das *mètre* beträgt denn 0,513074 Toise.

§. 201. Durch alle diese grossen Bemühungen ist indess die Frage über die Gestalt der Erde nicht so

vollständig entschieden, als man erwarten durfte, vielmehr giebt die Vergleichung der Resultate verschiedener Messungen Abweichungen von einander, welche unmöglich aus begangenen Fehlern erklärt werden können.

Ist die Erde unter den Polen abgeplattet; so müssen die Grade unter höheren Breiten größer seyn, als unter geringeren, weil sie Bögen größerer Kreise sind, und eine völlige Verflachung gerade Ebenen geben würde. Für eine Abplattung entscheiden auch allerdings bei weitem die meisten Messungen, obgleich sehr wenige das Gegentheil geben; die Größe der Abplattung, oder das Verhältniß der Erdaxen wird aber sehr verschieden gefunden, entweder als Folge einer unregelmäßigen Gestalt der Erde, oder wahrscheinlicher, partieller Anziehungen der Bleiloth wegen ungleicher Dichtigkeiten der Erde an den verschiedenen Orten der Messungen. Die vorzüglichern geben indess im Mittel die Abplattung zu $\frac{1}{310}$ an.

§. 202. Auch durch Messungen der Längengrade unter verschiedenen Breiten könnte die Größe und Gestalt der Erde gefunden werden; sie sind aber noch schwieriger als Messungen der Breitengrade, und haben daher noch keine befriedigende Resultate gegeben.

Man hat solche Operationen bisher hauptsächlich erst in Frankreich und in Ostindien unternommen.

§. 203. Da man die Größe der Erde nahe genau, ihre Axendrehung und die daraus entstehende Schwungkraft aber vollständig kennt; so hat man versucht ihre Abplattung aus dem nothwendigen Verhältnisse des Gleichgewichtes zwischen der Schwere und Schwungkraft zu finden.

Dieses schwere geometrische Problem wurde zuerst durch *Newton* aufgestellt, und hat nachher die größten Geometer wiederholt beschäftigt, ohne daß es bis jetzt gelungen wäre, eine bestimmte Größe für die Abplattung dadurch zu erhalten.

§. 204. Wenn die Erde unter dem Aequator höher

ist als unter den Polen und zugleich um ihre Axe rotirt; so muß aus beiden Ursachen die Schwere dort geringer seyn (§. 34 und 29.). Indem aber das Pendel bloß auf der Wirkung der Schwere beruhet (§. 35.), so muß aus den beobachteten Schwingungen desselben unter verschiedenen Breiten die Gröfse der Abplattung sich finden lassen.

Kennt man die absolute Länge des Secundenpendels für einen gegebenen Ort, und rechnet die diesem zugehörige Schwingkraft ab; so ist die dann noch übrige Differenz der Schwingungen des beobachteten und des berechneten Pendels als eine Folge der gröfseren Entfernung vom Mittelpunkte der Erde anzusehen, deren Gröfse bei der Feinheit dieses Werkzeuges mit einem hohen Grade der Genauigkeit gefunden werden kann. Eine scharfe Berechnung setzt indess eine gleichmäfsige Dichtigkeit der Erde voraus, welche nicht statt findet; dennoch aber gewähren genaue Pendelbeobachtungen unter verschiedenen Breiten, das leichteste und wahrscheinlich das sicherste Mittel zur Bestimmung der Gestalt der Erde, und werden daher bei den neuesten Entdeckungsreisen vorzüglich mit angestellt. Man berechnet die erhaltenen Resultate am besten auf die Weise, dafs man eine gewisse Abplattung annimmt, und dann prüft, wie genau die an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen hiermit übereinstimmen.

Als wahrscheinliches mittleres Resultat der bisher genannten Mittel, so wie der astronomischen Beobachtungen, bei denen die Abplattung der Erde allerdings gleichfalls in Betrachtung kommt, nimmt man dieselbe zu $\frac{1}{305}$ an.

§. 205. Wenn gleich die Gestalt der Erde nicht mit absoluter Schärfe bestimmt ist und wegen der unbekannten Dichtigkeit ihrer einzelnen Schichten und einzelner Theile wahrscheinlich nicht bestimmt werden kann; so ist sie doch im Ganzen als ein regelmäfsiges Sphäroid von der angegebenen Abplattung anzusehen.

Unter der Voraussetzung, dafs die so eben ange-

bene Abplattung, nämlich $\frac{1}{305}$ die richtige sey, und abgesehen von einzelnen Unregelmäßigkeiten lassen sich folgende Gröſsen in pariser Toisen als der Wahrheit sehr nahe kommend ansehen:

Halbmesser des Aequators	3271691
Umfang des Aequators	20556640
Halbe Axe	3260964
Halbmesser eines Kreises von der Gröſſe eines Meridians	3266330
Halbmesser einer Kugel vom Inhalte der Erde	3268111
Ein Grad im Aequator	57101,778
Ein Grad am Aequator	56727,954
Ein Grad unter 45° N. B.	57007,626
Ein Grad unter den Polen	57289,615
$\frac{1}{90}$ stel eines Meridianquadranten	57008,207

Hiernach nehmen die Grade der Breite nach den Polen hin nicht unbeträchtlich zu, aber weit mehr nehmen die Längengrade ab, indem sie unter dem Pole selbst ganz verschwinden. Durch Berechnung hat man hierfür folgende Werthe gleichfalls in Toisen gefunden:

Breiten.	Grade d. Meridians.	Längengr. auf d. Kugel.	Längengr. auf dem Ellipsoid.
0 ^o	56728	57101	57101
10	56793	56234	56238
20	56793	53658	53679
30	56867	49451	49492
40	56959	43743	43802
45	57008	40376	40442
50	57056	36704	36775
60	57148	28550	28621
70	57223	19530	19586
80	57273	9916	9947
90	57290	0	0

Nimmt man hiernach die Länge eines Grades im Mittel zu 57008 Toisen an; so kommen auf 1 Secunde im Bogen 95,0133 . . . par. Fufs.

§. 206. Die Gröfse der Grade dient auch als Norm bei der Bestimmung der Länge verschiedener Meilen. Die bekannteste und allgemeinste ist die sogenannte geographische oder deutsche, deren 15 auf einen Breitengrad unter dem Aequator, besser aber auf einen Längengrad im Aequator gerechnet werden. Man drückt darin die Entfernung und Gröfse der Himmelskörper aus, defsgleichen den Inhalt und die Oberfläche der Erdkugel.

Nach der oben angenommenen Gröfse beträgt die geographische Meile 3806,78 Toisen, also 22840,68 par. Fufs oder 23640,2 rheinländische. Die sonstigen bekanntesten, jedoch keineswegs genau bestimmten Meilen sind.

<i>Namen derselben.</i>	<i>Sollen halten.</i>	<i>Gehen auf 1°</i>	<i>enthalten in par. F.</i>
Arabische	—	56,67	6045,7
Baiersche kleine	—	14,15	24212,7
— große	—	8,69	39425,8
Churbraunschweigische	2811,2 rheinl. Ruthen	10,52	32569,4
Dänische	12000 dän. Ellen.	14,79	23165,0
Französ. Lieue	—	25,00	13704,4
— Seemeile	—	20,00	17130,5
Großbrit. neue	1760 Yards	69,12	4956,6
— Seemeile	—	60,00	5710,1
— League	—	20,00	17130,5
Hannöversche	32000 Calenb. F.	11,89	28800,0
Holländische	—	19,00	18032,1
Italiänische	1000 geograph. Schritte	60,00	5710,1
Jüdische alte	2000 bibl. Ellen.	100,80	3398,9

<i>Namen derselben.</i>	<i>Sollen halten.</i>	<i>Gehen auf 1°</i>	<i>enthalten in par. F.</i>
Niederländ. Stunde	—	19,67	17117,8
— Seemeile	—	20,00	17130,5
Nürnberger	—	13,10	26153,5
Oesterreichische	—	7,48	45003,5
Polnische	—	20,00	17130,5
Portugiesische	—	18,00	19034,0
Preussische	2000 Ruthen.	14,78	23113,0
Russ. Werst.	1500 Arschinen.	104,30	3284,8
Sächsische gemeine	12000 Dresd. Ellen.	16,21	20907,8
— Polizeim.	16000 — —	12,29	27877,1
Schottländische	1147 Toisen.	49,80	6882,0
Schwäbische	—	12,00	38550,8
Schwedische	18000 Ellen.	10,41	32911,6
Schweizerische	—	13,30	25760,2
Spanische	5000 Varas.	26,63	12882,0
Ungarsche	—	13,30	25760,2

Um den Inhalt der Erde und einzelner Teile ihrer Oberfläche zu finden kann man sie ohne merklichen Fehler als eine Kugel ansehen, deren Halbmesser das arithmetische Mittel zwischen der halben grossen und kleinen Axe ist. Man rechnet ihren Umfang zu 5400, den Durchmesser 1719 Meilen, wonach die Oberfläche des Ellipsoid's $9^1 26 1900$ Quadr. Meil., und der kubische Inhalt $2650^1 370000$ Meilen beträgt.

Die Meilen, welche auf einen Grad der Länge und der Breite gehen, müssen unter verschiedenen Breiten verschieden seyn. Es gehen nämlich in geographischen Meilen,

<i>Polhöhe.</i>	<i>auf 1 Grad der Länge</i>	<i>auf 1 Grad der Breite.</i>
0°	15,00	14,90
10	14,77	14,90
20	14,09	14,91
30	12,99	14,93
40	11,49	14,96
45	10,62	14,98
50	9,54	14,99
60	7,50	15,01
70	4,13	15,03
80	2,60	15,04
90	0,00	15,05

Ausführlichere Tabellen dieser Art dienen zum Zeichnen der Landcharten.

§. 207. Bei der Bestimmung kleinerer Theile der Erdoberfläche betrachtet man die Erde als eine Kugel, und für sehr kleine Theile sogar ohne merklichen Unterschied als eben.

Ist die Oberfläche einer Kugel S ; so ist das um den Pol durch einen Parallelkreis unter der Breite φ abgeschnittene Stück der Oberfläche $\equiv \frac{1}{2} S (1 - \sin. \varphi)$, mithin ist der Theil der Oberfläche vom Aequator bis an den Parallelkreis $\equiv \frac{1}{2} S \sin. \varphi$, und die Zone zwischen zwei Parallelkreisen unter der Breite φ und ψ $\equiv \frac{1}{2} S (\sin. \varphi - \sin. \psi)$. Hiernach beträgt die Polarzone 383010, die gemässigte 2¹403830 und die halbe äquatorische 4¹844110 Quad. Meilen. Will man die Grösse eines zwischen zwei Breitengrade und zwei Längengrade eingeschlossenen Stückes finden, so berechnet man den Inhalt der ganzen Zone, multiplicirt diesen mit der Zahl der Längengrade und dividirt durch 360.

§. 208. Die geographische Lage der Oerter auf der Erde bestimmt man durch die Angabe ihrer Länge und Breite, oder durch Zeichnung auf eine verklei-

nerte Erdoberfläche. Beides giebt ein Mittel, die geradlinige Entfernung der Oerter von einander zu bestimmen.

Auf die Erhebung der Oerter über die Meeresfläche wird bei der Bestimmung ihrer geographischen Lage keine Rücksicht genommen, weil sie zu unbedeutend ist. Für die Längen und Breiten hat man Tabellen.

Die Entfernung zweier Oerter kann man auf einem genauen Globus oder einer Charteleicht durch Messung und Vergleichung mit der bekannten Gröfse der Längen- oder Breiten-Grade finden. Eben so leicht geschieht dieses durch Rechnung, wobei drei Fälle vorkommen. *a)* Wenn beide unter demselben Meridiane liegen, so giebt die Zahl der Grade mit 15 multiplicirt ihre Entfernung in Meilen. *b)* Liegen beide unter gleichem Parallelkreise, so giebt die Tafel §. 206., welche für genäherte Werthe blofs interpolirt werden darf, den Factor, womit die Zahl der Grade multiplicirt werden muß, um die Entfernung zu erhalten. *c)* Sind aber die Grade der Länge und Breite verschieden, so muß die Entfernung als Hypotenuse eines rechtwinklichen sphärischen Dreiecks gesucht werden. Sind die beiden Oerter *A* und *B*, ihre Polhöhen φ , ψ , der Unterschied der Längen λ ; nennt man ferner $90^\circ - \varphi = a$, $90^\circ - \psi = b$, den Bogen eines grössten Kreises, welcher die Entfernung misst $= c$; so ist;

$$\cos. c = \cos. a. \cos. b. + \sin. a. \sin. b. \cos. \lambda.$$

Die hieraus für $\cos. c$, gefundenen Grade mit 15 multiplicirt geben die Entfernung in geographischen Meilen.

§. 209. Am genauesten wird die Erde durch eine Kugel (*globus*) nachgebildet, auf welcher, als ein Netz, die Grade der Länge und der Breite, ausserdem die vom Himmel entlehnten Eintheilungen, nämlich Aequator, Ekliptik, Wendekreise und Polarkreise gezeichnet sind. Den bessern fügt man ausserdem noch einen eingetheilten Meridian, Horizont, Stundenring und Höhenquadranten hinzu.

Die einzelnen Streifen des Ueberzugs eines Globus sind Abdrücke von Kupferplatten, welche naß, und dadurch dehnbar, auf die Kugel geklebt werden. Was die einzelnen Theile der Globen bedeuten, und zu welchen Erläuterungen sie dienen, läßt sich aus dem Vorhergehenden leicht finden.

Auf die Abplattung der Erde kann man in der Figur keine Rücksicht nehmen, indem diese bei 18 Zoll Durchmesser nur 0,7 Lin. beträgt, auch würde bei der angegebenen Gröſſe ein Berg von 19602 F. Höhe nur 0,25 Lin. Erhebung erhalten.

§. 210. Die Globen sind kostbar, und lassen außerdem nur einen kleinen Maafsstab zu. Man zeichnet daher die kugelförmige Oberfläche der ganzen Erde oder einzelner Theile auf flaches Papier, und erhält dadurch die Land- und See-Charten, wobei aber der Darstellung einer krummen Ebene auf einer geraden manche Schwierigkeiten entgegenstehen, die man durch verschiedene Mittel zu beseitigen sich bemühet hat.

Man nennt die verschiedenen Methoden, die krumme Oberfläche der Erde auf der Ebene der Charten auszudrücken, *Projectionen*. Eine der ältern ist die von *de l'Isle*, welcher statt der abgewickelten Kugelfläche eine abgewickelte Kegelfläche substituirt, wodurch die Meridiane auf den Parallelen normal sind, wie in der Wirklichkeit. Erstere sind nämlich auf seinen Charten von einem Punkte ausgehende gerade Linien, letztere Kreisbögen. *Bonne* änderte diese Projection dahin ab, daß er den mittleren Parallel der zu zeichnenden Charte als von einem Kegel abgewickelt darstellte, die übrigen mit diesem parallel machte, dann den mittleren Meridian als eine gerade Linie zeichnete, und die übrigen Meridiane nach Tabellen, wie §. 206. enthält, in gehörigen Entfernungen auftrug. Weil hierbei bloß der mittlere Parallel der Charte dem auf der Kugelfläche gleich kommt, und die Meridiane die Parallele nicht rechtwinklich schneiden; so führte *Murdoch* die *de l'Islesche* Projection wieder ein, welche er dahin abän-

derte, daß die abgewickelte Kegelfläche in zwei Parallelen mit der Kugelfläche zusammenfiel. Indefs ist die *Bonnesche* wohl vorzüglicher, denn sie stellt bei Charten, welche einen gröfseren Theil der Erdoberfläche umfassen, die runde Gestalt der Erdkugel am natürlichsten dar, und drückt das Verhältniß der Gröfse und Gestalt der Länder am vollkommensten aus.

§. 211. Der Seefahrer bedarf Charten, auf denen der Lauf des Schiffes leicht gezeichnet werden kann. Dieser Lauf durchschneidet, so lange die Richtung des Schiffes unverändert bleibt, alle Meridiane und Parallele unter dem nämlichen Winkel, und kann also auf keiner der angegebenen Charten, sondern nur auf solchen ausgedrückt werden, auf denen sowohl die Meridiane als auch die Parallele unter sich parallel und auf einander rechtwinklich sind. Hierdurch wird aber die Gestalt der Länder auf den Charten um so mehr entstellt, je gröfser der Theil der Erdoberfläche ist, welchen sie enthalten. Diesem Uebelstande begegnete *Mercator* durch die nach ihm benannte Projection.

Da die Meridiane nach den Polen hin sich immer mehr nähern, so kann die angegebene Bedingung nicht erfüllt werden, ohne die Gestalt der Länder nach den Polen hin zu entstellen. Dennoch bediente man sich wegen der angegebenen Bequemlichkeit für Seefahrer lange solcher Charten, bis *Mercator* 1550 die Parallele nach den Polen hin so weit von einander rückte, also die Meridiane um so viel verlängerte, als die Räume zwischen den letzteren sich verkürzen, so daß die einzelnen Theile der Länder hinsichtlich ihrer Länge und Breite die gehörige Proportion behalten. Hierdurch kann man grofse Theile der Erde ausdrücken, nur nicht bis zu den Polen hin, wo die Meridiane unendlich werden müßten. Diese Mercatorsche Projection ist allgemein bei den Seecharten, hat indefs den Nachtheil, daß der Flächeninhalt der Länder und Meere unter höheren Breiten scheinbar gröfser wird, und sich überhaupt nicht bequem berechnen läßt.

§. 212. Ausser diesen Projectionen bedient man sich noch der perspectivischen. Eine der vorzüglichsten dieser Art ist die stereographische, welche nach dem angenommenen Orte des beobachtenden Auges wieder in die Polar-Aequatorial- und Horizontal-Projection eingetheilt wird.

Perspectivische Projectionen nennt man im Allgemeinen diejenigen, wobei man einen Lichtkegel annimmt, dessen Spitze im Auge des Beobachters, die Basis aber auf dem übersehenen Theile der Erdkugel sich befindet, und das gesehene Bild auf eine, diesen Lichtkegel schneidende Ebene projicirt wird. Hieraus ergiebt sich leicht die Art, wie hiernach die Charten gezeichnet werden müssen. Bei der *Polarprojection* nämlich befindet sich das Auge im Pole der verlängerten Erdaxe, wonach also der Aequator ein Kreis wird, die Parallele aber concentrische Kreise und die Meridiane gerade Linien werden. Bei der *Aequatorialprojection* befindet sich das Auge in der Ebene des Aequators, wonach dieser also, und der mittelste, ihn normal schneidende Meridian als gerade Linien erscheinen, um welche die übrigen Meridiane und Parallele in stets abnehmenden Kreisen liegend eine runde Scheibe der Erdhalbkugel bilden. Die *Horizontalprojection* endlich zeigt eine Halbkugel unter irgend einer nördlichen oder südlichen Breite. Hierbei wird der mittelste Meridian, welcher am zweckmässigsten die Mitte des zu zeichnenden Landes durchschneidet, eine gerade Linie desgleichen derjenige Parallel, welcher so weit vom Aequator absteht, als die Polhöhe für die Charte angenommen ist. Letztere Art ist minder gebräuchlich, als die beiden ersteren, indem nach dieser die Erdhalbkugeln gezeichnet werden, alle drei lassen sich aber vermittelst eines Erdglobus leicht anschaulich machen.

§. 213. Die orthographische und Central-Projection, wovon erstere das Auge in unendlicher Entfernung, letztere in das Centrum der beobachteten Kugel setzt, und das Bild auf eine berührende Ebene projicirt.

cirt, werden fast ausschliesslich nur bei astronomischen Charten gebraucht.

2) Physische Geographie.

§. 214. Die Erde kann wohl der Natur der Sache nach nicht füglich gleichmäfsig dicht seyn, allein die Versuche ergeben eine unerwartet grosse Abweichung von einer gleichförmigen und regelmäfsigen Dichtigkeit, zeigen aber, mit der Theorie übereinstimmend, im Allgemeinen, dafs die Dichtigkeit nach Innen zunimmt. Indem die Anziehung aller wägbaren Materie zukommt, und der Masse directe, dem Quadrate des Abstandes umgekehrt proportional ist, so läfst sich bei der bekannten Gröfse der Erde durch die Vergleichung ihrer Anziehung mit derjenigen, welche andere Körper ausüben, ihre specifische Dichtigkeit durch feine Versuche auffinden. Man setzt sie in sehr genähertem Werthe $\equiv 4,867$, die des Wassers als Einheit angenommen.

Es folgt schon aus dem Drucke der oberen Schichten der Erde auf die unteren, dafs die Erde nicht gleichmäfsig dicht seyn kann. Indefs zeigen die Pendelschwingungen an verschiedenen Orten, dafs merkliche Ungleichheiten der Dichtigkeiten statt finden müssen.

Um die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen verglich *Cavendish* 1797 die Anziehung derselben mit derjenigen, welche gröfsere Bleimassen gegen kleinere, an einer feinen Drehwaage balancirte, Kugeln ausübten, und fand dieselbe $\equiv 5,48$. *Maskelyne* stellte 1774 Messungen am Berge *Shehallien* an, um dessen Anziehung gegen das Bleiloth zu finden, da schon *Bouguer* eine ähnliche Wirkung der *Cordilleren* bemerkt hatte. *Hutton* berechnete hieraus, indem er das spec. Gew. der Masse des Berges $\equiv 2,5$ annahm, das spec. Gew. der Erde zu 4,481. Nach genaueren Untersuchungen des spec. Gew. der verschiedenen Bestandtheile des Berges fand man aber die mittlere Dichtigkeit

der Erde $\equiv 4,866997$. Man kann nach diesen höchst genauen Messungen dieselbe $\equiv 4,867$ oder mit Rücksicht auf die Versuche von *Cavendish* $\equiv 5$ setzen. Die mittlere Dichtigkeit der Erdrinde bis 1500 Fufs Tiefe findet man $\equiv 4,52$, wonach also das Innere der Erde aus dichteren Massen bestehen mufs.

§. 215. Die Oberfläche unserer Erde besteht im Allgemeinen aus Land und Wasser. Ersteres macht den kleineren Theil aus, und zeigt sich als grosses festes Land, als Halbinseln, Inseln und Inselgruppen, ohne eine übereinstimmend regelmässige Form. Letzteres begreift die grossen Oceane, die eingeschlossenen Meere, Seen und grossen Ströme, ohne dafs sich auch hierbei eine beständige Regelmässigkeit unterscheiden läfst.

Obgleich einige Höhlen, Steinkohlenbergwerke und andere mehrere hundert Fufs unter die Oberfläche des Meeres reichen, so befinden sie sich doch noch immer in der äussersten Erdrinde.

Von den $9\frac{1}{4}$ Mill. Quadratmeilen der Erdoberfläche (§. 206.) sind mehr als $\frac{2}{3}$ Wasser und kaum $\frac{1}{3}$ Land. Man rechnet ohngefähr auf

Europa	-	-	-	-	171834	Q. M.
Asien	-	-	-	-	641093	—
Africa	-	-	-	-	531638	—
America	-	-	-	-	572110	—
Neuholland	-	-	-	-	143000	—
Alle Inseln	-	-	-	-	1000000	—
					3059675 Q. M.	

wovon wieder weniger als $\frac{1}{3}$ auf der südlichen Halbkugel liegt. Eine Folge davon ist, dafs die Spitzen der grossen Continente in ziemlich ähnlicher Gestalt sich nach Süden hin erstrecken.

Die drei Theile der alten Welt, Europa, Asien und Africa machen ein zusammenhängendes, aller Orten vom Meere umflossenes Ganzes aus, welches von Nordamerika durch die schmale *Behringsstrasse* getrennt ist.

Ob aber das nördliche America ganz an das Polarmeer grenze, wie weit Grönland sich nach dem Pole hin erstrecke, ob unter dem Nordpole Land oder Meer sey, ist bisher aller Bemühungen ungeachtet noch nicht ausgemittelt. Eben so wenig weifs man, ob das unter $62^{\circ} 30'$ *S. B.* und 60° *W. L.* von *Greenwich* jüngst entdeckte Land aus zerstreuten Inseln bestehe, oder einem gröfseren Continente zugehöre; auch ist wegen der Unwirthbarkeit der dortigen Gegenden keine Hoffnung vorhanden, dieses jemals zu erforschen.

Inselgruppen giebt es viele, vorzüglich unter der heifsen Zone und auf der südlichen Halbkugel. Die grösste liegt an der Südseite von Asien, und bildet mit Inbegriff von *Neuholland*, einer Insel vom weitesten Umfange, gleichsam die Hervorragungen eines grofsen Continentes. Verschiedene andere Inselgruppen zeigen die Landcharten.

§. 216. Der Erdball hat an den verschiedenen Theilen seiner Oberfläche eine sehr verschiedene Temperatur, welche hauptsächlich durch äufsere Erwärmung hervorgebracht wird. Die ältere Hypothese von einem Centralfeuer im Innern der Erde hat man unlängst aufgegeben, eben so wenig ist man aber berechtigt, den Meeresboden für gefroren zu halten, obgleich derselbe an einigen Orten unter dem Gefrierpunkte kalt ist. Dafs die Erde in gröfseren Tiefen nicht von Kälte erstarrt, vielmehr höchst wahrscheinlich sehr heifs sey, geht aus den neuesten Beobachtungen unverkennbar hervor.

Die Oberfläche der Erde ist nach den Graden der Breite sehr ungleich warm, unter dem Aequator sehr heifs, von dem Polarkreise an fast überall stets gefroren. In der Tiefe von etwa 20 bis 30 Fufs hat sie eine gewisse unveränderliche Temperatur, welche der mittlern des Ortes fast genau gleich ist, und daher aus etwas tieferen Quellen, deren Wärme in der Regel sich nicht ändert, leicht gefunden werden kann. Die Temperatur der Meere wird hauptsächlich dadurch bedingt, dafs das kältere Wasser, als specifisch schwerer

herabsinkt, oder in niederen Breiten in der Tiefe bleibt. Daher ist in heißen Gegenden der Meeresboden kälter als die Oberfläche, in den nördlichen Meeren ist der Unterschied geringer, ob sich aber irgendwo Eis unter dem Meere bilde, ist nicht ausgemacht, aber nicht wahrscheinlich. Von grossem Einflusse sind zugleich die vielen Meeresströme.

Man hat in vielen tiefen Gruben eine mit der Tiefe zunehmende Wärme gefunden. In einigen ist diese erweislich eine Folge der in grösseren Tiefen brennenden vielen Grubenlichter und der dort arbeitenden Menschen, in andern ist es zweifelhaft, ob sich dieses als die Ursache der Erscheinung ansehen läßt, in andern endlich kann dieses bestimmt nicht geschehen, und es geht daher aus der Gesammtheit der Erscheinungen mit hoher Wahrscheinlichkeit hervor, daß die Wärme der Erde nach Innen zunimmt. Obgleich noch nicht bestimmt aufgefunden ist, in welcher Progression diese Wärmezunahme steigt, so muß doch der Erdball einige Meilen unter der Oberfläche die Glühhitze haben.

§. 217. Die Temperaturen auf der Oberfläche der Erde stehen im Allgemeinen im Verhältniß zu den geographischen Breiten, sie nehmen, als Folge der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen, vom Aequator an gerechnet nach den Polen hin ab. Ausserdem ist die Wärme eines Ortes so viel geringer, je mehr er sich über den Meeresspiegel erhebt, indem die Wärme nach oben abnimmt, und die Erde durch ein noch mehr excentrisches Ellipsoid, als sie selbst ist, umgeben wird, welches man die Grenze des ewigen Schnees nennt. Daneben ist es auffallend, daß die südliche Erdhälfte ungleich kälter ist, als die nördliche, und daß das nördliche America sowohl Asien als noch weit mehr Europa durch seine große Kälte übertrifft.

Wenn man die Sonne als einzige Quelle der Wärme ansieht, wie mit Grunde geschehen kann, dabei aber die örtlichen bekannten und unbekannten Einflüsse übersieht, so kann man die mittlere Temperatur der ver-

schiedenen Oerter dem Quadrate des Cosinus der Breite proportional setzen. Es ist nämlich sowohl die Menge der auf eine gegebene Fläche fallenden Sonnenstrahlen als auch der senkrechte Stofs derselben dem Sinus der Sonnenhöhe, mithin die vereinte Wirkung beider dem Quadrate dieses Sinus, also die hierdurch erzeugte Wärme dem Quadrate des Cosinus der Breite proportional. Man hat aber aus Beobachtungen die mittlere Wärme unter dem Aequator zu $24^{\circ} R.$ angenommen, und hiernach durch Berechnung folgende Temperaturen für die verschiedenen Breiten und den Stand der Sonne gefunden.

Breiten.	Krebs.	Steinbock.	Widder und Waage.
0°	—	$20^{\circ},4$	—
10	—	22,5	—
20	—	23,5	—
30	—	23,5	—
40	—	21,6	—
50	—	18,9	—
60	—	15,3	—
70	—	11,3	—
80	—	7,2	—
90	—	3,6	—

Für niedere und mittlere Breiten stimmen diese Größen mit den aus der Erfahrung gefundenen recht gut überein, allein in höheren Breiten, vorzüglich in Asien und noch mehr in *America* ist es ungleich kälter, als es hiernach seyn müßte. Man rechnet dann ferner für 100 Toisen Erhebung über die Meeresfläche eine Wärmeabnahme von $1^{\circ} R.$ wonach die Grenze des ewigen Schnees, oder die *Schneegrenze* regelmässig vom Aequator an gerechnet tiefer herabgehen, und an den Polen die Oberfläche der Erde berühren müßte. Allein auch hiermit stimmt die Erfahrung nicht völlig überein, indem die Schneegrenze bald höher bald niedriger gefunden ist, und auf allen Fall beträchtlich früher, als unter den Polen die Erde berührt. Im Allgemeinen

streiten folgende drei Stücke gegen eine solche Regelmäßigkeit der Temperaturen.

1) Die der zunehmenden Erhebung über der Meeresfläche proportionale Abnahme der Wärme ist nicht so regelmäßig, als zu einer solchen Regelmäßigkeit der Schneegrenze erforderlich wäre, indem die zahlreichen Beobachtungen höchst verschiedene Resultate geben, und man kann die Angabe, wonach 100 Toisen auf 1° R. gerechnet werden, nur als eine genäherte ansehen. Den Beobachtungen nach setzt man ziemlich richtig die Schneegrenze auf der nördlichen Halbkugel in folgende Höhen.

0°	N. B.	auf 2460 T.	nach v. Humboldt	in Quito.
20	—	— 2350	— — —	Neuspanien.
35	—	— 1800	— — —	— —
45	—	— 1400	nach v. Saussüre und Ramond	in den Alpen.
62	—	— 900	nach v. Buch	in Norwegen.
65	—	— 482	nach Ohlsen und Vetlafsen.	
In Norwegen fand v. Buch die Schneegrenze				
		unter $61^{\circ},0$ N. B.	in 866 Toisen.	
	—	62,5	— 810	—
	—	67,0	— 600	—
	—	70,0	— 550	—
	—	71,0	— 366	—

Dieses gilt aber nur für das verhältnismäßig sehr warme Norwegen, indem unter 70° N. B. in Sibirien und noch mehr in Nordamerika schon die Gegenden des ewigen Eises anfangen, wo die Erde nie aufthauet, auch nimmt man im Allgemeinen an, daß die Schneegrenze auf der nördlichen Halbkugel unter 70° N. B. und auf der südlichen unter 65° S. B. in die Erde einschneidet.

Merkwürdig ist dabei, daß die mittlere Temperatur der Schneegrenze unter dem Aequator $0^{\circ},3$ R., in den gemäßigten Zonen aber $-3^{\circ},7$ R. beträgt.

2) Die südliche Halbkugel ist ungleich kälter als die nördliche. Auf jener ist Cook 1774 am weitesten vor-

gedrungen, konnte aber nur bis $71^{\circ} 10'$ S. B. kommen, anstatt daß die Grönlandsfahrer auf dieser meistens bis 80° N. B. kommen, und Capitain *Buchan* 1817 erweislich $83^{\circ} 20'$ N. B. erreicht hat. Das ewige Eis umgiebt daher den Nordpol nur bis 9 Grade, den Südpol aber bis 18 Grade, und die großen Massen des südlichen Polareises kommen bis zum 60sten, ja bis zum 49sten Grade S. B. Die südliche Spitze von America und das Feuerland, deren südliche Breite mit der nördlichen Preussens correspondirt, ist mit ewigem Schnee und Eise bedeckt.

Der Unterschied beginnt indess erst in höheren Breiten, wie folgende Zusammenstellung der beobachteten Temperaturen zeigt.

Breite.	Correspond. Monate.	Mittlere Temperatur	
		südl. Halbk.	nördl. Halbk.
$0^{\circ} — 15^{\circ}$	December	$28^{\circ},0$	—
	Junius	—	$28^{\circ},5$
18	October	—	$26^{\circ},5$
	April	$27^{\circ},5$	—
$22 — 26$	Januar	—	$19^{\circ},3$
	Julius	$22^{\circ},5$	—
	September	—	$20^{\circ},5$
	März	$20^{\circ},8$	—
34	December	—	$15^{\circ},4$
	Junius	$13^{\circ},8$	—
	Februar	—	$17^{\circ},0$
	August	$16^{\circ},8$	—
43	Julius	—	$18^{\circ},2$
	Januar	$15^{\circ},2$	—
48	Junius	—	$17^{\circ},7$
	December	$7^{\circ},0$	—
58	Julius	—	$13^{\circ},5$
	Januar	$6^{\circ},2$	—

Man leitet diesen Unterschied aus der längeren Dauer des Sommers auf der nördlichen Halbkugel, und der größeren Menge Wassers auf der südlichen her.

3) Die größere Kälte in *Nordamerica*, vorzüglich wenn man sie mit der so viel höheren Wärme in *Norwegen* vergleicht, oder Länder in Nordamerica, welche mit *Island* unter gleicher Breite liegen, mit dieser Insel, ist eben so auffallend als unerklärbar. Unter Breiten, wie Island, können in Nordamerica keine Europäer mehr wohnen.

§. 218. Wenn gleich die Sonnenstrahlen die nächste, wo nicht die einzige Ursache der Wärme auf der Erde sind, so trifft doch die größte Hitze weder der Tages- noch der Jahreszeiten mit dem höchsten Stande der Sonne zusammen. Aus leicht begreiflichen Gründen aber fallen die größten Unterschiede der Wärme und Kälte nicht unter den Aequator, sondern unter höhere Breiten, wie denn überhaupt die höchsten Temperaturen nicht auf gleiche Weise wie die mittleren mit der Zunahme der Breiten abnehmen.

An den meisten Orten, hauptsächlich unter mittleren Breiten, fällt in der Regel die größte Hitze der Tage zwischen 2 und 3 Uhr, der Jahreszeiten im Julius; die größte Kälte der Tage minder bestimmt bald um Mitternacht, bald nahe vor Sonnenaufgang, und die der Jahreszeiten in den Januar.

Folgende Tabelle zeigt die mittleren Temperaturen verschiedener Orte auf der nördlichen Halbkugel in Graden des Centesimalthermometers:

O e r t e r.	N. B.		Temp.
Guyana	0°	0°	28°,1
Cumana	10	28	27,7
Madras	13	5	26,9
Vera Crux	19	12	25,6
Havanna	23	9	25,6

O e r t e r.	N. B.		Temp.
Cairo	30	2	22,4
St. Croix di Teneriffa	28	28	21,9
Algier	36	50	21,0
Neapel	40	50	18,0
Rom	41	54	15,8
Marseille	43	17	14,3
Mayland	45	29	13,2
Peking	39	54	12,6
Newyork	40	43	12,1
Philadelphia	39	57	11,9
Amsterdam	52	22	11,9
Paris	48	50	11,7
Franecker	—	—	11,3
London	51	29	10,8
Buda	—	—	10,6
Cork	51	54	10,6
Wien	48	41	10,3
Mannheim	49	39	10,2
Genf	46	12	9,6
Dublin	53	20	9,6
Eniscoo	54	48	9,3
Sala	59	50	9,3
Strafsburg	48	35	9,1
Berlin	52	32	9,1
Bellycastle	55	12	8,9
Edinburg	55	56	8,8
Göttingen	51	32	8,3
Kopenhagen	55	41	7,6
Delft	—	—	7,5
Stockholm	59	20	5,8
Christiania	59	55	5,9
Williamstown	44	30	5,9
Upsala	59	52	5,5
Quebek	46	48	5,5
Abo	60	27	5,2

O e r t e r.	N.	B.	Temp.
Moscau	55	45	4,5
Drontheim	63	26	4,4
Petersburg	59	56	3,8
Torneö	65	54	3,0
Wadsoë	70	20	2,2
Umeo	63	49	0,7
Uleo	65	0	0,6
Nordcap	74	10	0,0
Enontekis	68	17	- 2,8
Nain	—	—	- 3,1

Unter dem Aequator, vorzüglich auf der See und auf kleineren Inseln, ist die Temperatur mehr gleichbleibend, und nicht so hoch, als man glaubt. Sie steigt nicht über 28° und sinkt selten unter 24° C. Die größten Extreme der Wärme und Kälte finden in Nordamerica, Siberien und Schweden statt. In Grönland sind — $42^{\circ},5$ als niedrigste, $34^{\circ},25$ als höchste, in *Casan* — $38^{\circ},8$ und $32^{\circ},5$, in Petersburg — $39^{\circ},8$ und $33^{\circ},4$ als Extreme beobachtet. Im mittleren Deutschland sind — 27° und 35° als Extreme anzusehen. Die höchsten Grade der Kälte, bei welcher das Quecksilber wochenlang gefroren ist, findet man im nördlichen Siberien, noch mehr aber auf der Insel *Melville*, wo — $48^{\circ},3$ von *Parry* beobachtet sind. Die größte Hitze trifft man in den Sandwüsten Africa's, wo sie im Schatten bis 43° steigt; über der erhitzten Oberfläche der Sandwüsten aber auf 54° . In America unter 0° bis 40° der Breite steigt die Hitze selten über 38° , und in *Veracruz* wurde in 13 Jahren keine höhere Temperatur als $35^{\circ},6$ beobachtet, in *Sidney - Town* auf Neuhollland dagegen zeigte 1791 das Thermometer 40° im Schatten. (Alle genannte Grade nach der Centesimalskale.)

Um die Temperatur zu beobachten muß das Thermometer so aufgehangen werden, daß weder die di-

recten Sonnenstrahlen noch die Wärme der Häuser oder sonstige Ursachen einen Einfluss auf dasselbe haben.

§. 219. Das Klima einer Gegend, welches hauptsächlich von der Wärme und den Ursachen derselben abhängt, wird außerdem durch manche örtliche Ursachen bedingt, und hat einen entscheidenden Einfluss auf die vegetabilische und animalische Schöpfung.

Aufser der Temperatur, als Folge der geographischen Breite und der Höhe über der Meeresfläche, bedingen das Klima hauptsächlich der Zustand der *Feuchtigkeit*, und die herrschenden Winde. Von grossem Einflusse sind hauptsächlich die Nähe des Meeres, der Schutz gegen heisse oder kalte Winde durch Berge, benachbarte Wälder, grosse Flüsse, Seen und weite Ebenen. Man unterscheidet daher in dieser Hinsicht das *Inselklima*, *Bergklima*, *Thalklima* und das *Klima der Ebenen*.

Das Klima bedingt wiederum die Vegetabilien und Animalien in der Art, dass einige derselben nur heisse, andere nur kalte Gegenden ertragen, im Ganzen die Natur durch grössere Kälte weniger productiv wird, und die Vegetabilien sich leichter aus nördlichen Gegenden in südliche verpflanzen lassen, als umgekehrt, dabei aber meistens ihre eigenthümliche Beschaffenheit ändern. Im Allgemeinen sind die Vegetabilien heisser Gegenden aromatischer, und kräftiger auf das Leben der Thiere einwirkend, als kalter Gegenden. Es gehören der heissen Zone ausschliesslich an die Palmen, Pisang, Cactus und die gewürztragenden Pflanzen; der gemässigten der Nussbaum, der Oelbaum und Weinstock, der kälteren die Fichte, Kiefer und Hainbuche; Weiden und einige Moose wachsen noch im hohen Norden und auf den höchsten Berggipfeln, Grönland, Spitzbergen und ähnlich liegende Länder haben aufser einzelnen Pflanzen gar keine Vegetation. Die Getreidearten gedeihen unter sehr verschiedenen Klimaten. Auf gleiche Weise sind Löwe, Tiger, Elephant, Straufs u. a. nur tropische Thiere, dagegen Rennthier, Elenthier, weisse Bär, Zobel, schwarze Fuchs, Eidergans u. a. dem hohen Norden angehörig. Menschen leben in

allen Zonen, jedoch sind der Cultur und der Acklimatisirung an die verschiedensten Zonen fähig weniger der africanische und chinesische, am meisten aber der kaukasische (europäische) Menschenstamm. Den Einfluss der verschiedenen Zonen auf die Vegetabilien kann man im Kleinen an sehr hohen Bergen wahrnehmen, wo vom Fusse bis zur Spitze die verschiedensten Temperaturen herrschen, und die ihnen angemessene Vegetation begünstigen.

§. 220. Die Oberfläche der Erde besteht im Allgemeinen aus Ebenen und Berggegenden. Unter die ersteren gehören hauptsächlich die Sandwüsten, die *Llanos* in Südamerika, die Steppen und Haiden. Berge stehen selten einzeln, vielmehr bilden sie meistens zusammenhängende Ketten, die sogenannten Gebirgszüge, welche oft nicht bloß die fortlaufenden Enden großer Continente und Inseln bilden, sondern auch in das Meer als Inselgruppen oder einzelne Klippen fortlaufen, ohne eine früher geglaubte bestimmte Regelmäßigkeit. Enthalten die weitausgedehnten Erhebungen keine hervorragende Spitzen, so nennt man sie Gebirgsebenen, Plateaus.

Unter den Sandwüsten ist die ausgezeichnetste die große *Sahara* in Africa, desgleichen die kleineren, die Sandwüsten in Nubien und an der West- und Südküste dieses Welttheils. Sie haben im Allgemeinen den Charakter, daß sie aus gröberem Kiessande oder feinerem Meeressande von 50 bis zu mehreren hundert Fuß Tiefe bestehen, und ohne alle Vegetation sind. Da wo Granit die Unterlage ist, sammelt sich das Regenwasser, bildet Quellen, und erzeugt die fruchtbaren *Oasen*, wie Inseln in einem unabsehbaren Meere. Asien hat die gleichfalls furchtbare Wüste *Cobi* oder *Schamo*, und kleinere in Afghanistan und Cabulistan, desgleichen in Mesopotamien und Arabien. America und Europa haben keine eigentlichen Sandwüsten, ersteres wenigstens nur in sehr geringer Ausdehnung. Dagegen sind die *Llanos* unabsehbare Ebenen mit der üppigsten Vegetation zur Regenzeit, aber verbrannt und nur entlaubte Baumspitzen

zeigend zur Zeit der größten Dürre. Solche sind bei *Varinas*, 17000 Q. Meilen groß, bei *Caracas* u. s. w. Ihnen ähnlich sind die *Pampas* von *Buenos Aires* und von *Chaco*. Die Steppen, vorzüglich in Rußland und Polen, sind weit ausgedehnte Viehweiden mit hohem Grase, die Haiden, vorzüglich an den Küsten der Nordsee, sind unfruchtbar durch ihren sandigen Boden, und erzeugen an sumpfigen Gegenden den Torf.

Einzelne hervorragende Gebirge befinden sich meistens auf den Inseln als vulcanische *Pic's*. Am bekanntesten auf dem Europäischen Continente sind der *Puy de Dome*, der *Zobtenberg* und die *Landskrone*.

Die früheren Bemühungen, einen Bergäquator und Bergmeridiane zu finden, hat man jetzt als nichtig aufgegeben. Die hauptsächlichsten Gebirgszüge sind

1) In Asien das *Uralgebirge*, welches am kaspischen Meere anfängt, bis ans Eismeer fortläuft, und Europa von Asien trennt; der *Caucasus*, der *Taurus*, welcher in Kleinasien anfängt und sich an den Libanon anschließt; die Gebirgskette Arabiens parallel mit dem rothen Meere; der *Erwend* und *Darnewend*, mit jenem parallel, in Persien; der große und kleine *Altai*, welcher unter verändertem Namen bis zur Nordküste Sibiriens fortläuft; die mit dieser fast parallel laufende große Gebirgskette des *Mustag* oder *Imaus*, von welcher viele andere Zweige auslaufen, hauptsächlich die von *Tibet* aus bis an die südlichsten Spitzen des Welttheils sich erstrecken, und das durch seine hohen Spitzen berühmte *Himlaya* - Gebirge.

2) Africa ist zu wenig bekannt, doch kennen wir darin die *Mondsberge* oberhalb Aegypten, die vom Vorgebirge der guten Hoffnung an der Meeresküste nordwärts fortlaufende Bergkette; der *Ambohismene* oder *Vohitsanghombe* oder die rothen Gebirge auf *Madagascar*, und den an der nordwestlichen Küste liegenden, in viele Zweige auslaufenden *Atlas*.

3) Unter den Europäischen Bergketten sind die bedeutendsten die *Pyrenäen* mit verschiedenen Zweigen,

vorzüglich demjenigen, welcher in südlicher Richtung die Halbinsel durchschneidet, wozu die *Iberischen Gebirge* und die von *Granada* gehören. Im südlichen Frankreich beginnt eine Bergkette mit den *Cevennen*, läuft nördlich, sendet einen Nebenzweig nordwestlich, welcher die Flußgebiete der Seine und Loire trennt; eine andere läuft mehr nördlich zwischen Marne und Maas nach den *Ardennen*. Den höchsten Europäischen Gebirgspunkt bilden die *Alpen*, und in ihnen der *Montblanc*. Von diesem anfangend über den kleinen Bernhard und Mont Cenis ziehen sich die *Meeralpen* südwestlich nach Marseille, woran die *Appenninen* stoßen, welche Italien der Länge nach durchschneiden und von Sicilien durch die Meerenge getrennt sind. Eine andere von ihm auslaufende Bergkette begreift die *rhätischen Alpen*, die *Tyroler*, die *Karnischen* und *Julischen Alpen*, läuft unter dem Namen der *Dinari-schen Alpen* an der Küste des adriatischen Meeres hin, und schickt einen Arm nach Griechenland, einen andern größeren aber in östlicher Richtung unter dem Namen der sardischen Berge. Eine andere von den Schweizeralpen auslaufende Kette begreift die Gebirge des *Schwarzwaldes*, grenzt an die *schwäbischen Alpen*, und zieht mit Unterbrechungen fort bis zum *Fichtelgebirge*, welches einen Theil der bis zum *Harzgebirge* fortlaufenden Kette bildet, von welchem wieder kleinere Zweige auslaufen. Die Berge der südlichen und westlichen Grenze Böhmens stoßen an die Schle-sische Bergkette, die *Sudeten*, welche sich an die *Karpathen* anschließen, und unter diesem Namen, auch *Sarmatische* und *Tartargebirge* genannt, die nördliche Grenze Ungarns bilden. Die Kette der nicht hohen *Wolchonskoigebirge* verzweigt sich nach vielen Seiten zwischen *Don*, *Volga* und *Dnieper*, eine Hauptgebirgskette aber, mit verschiedenen Nebenzweigen, theilt die Skandinavische Halbinsel, und bildet unter dem Namen *Sewoo*- oder *Kiölen*-Gebirge die Grenze zwischen Norwegen und Schweden,

4) America hat die längste und merkwürdigste Gebirgskette, die *Cordilleren*, welche an der magellanischen Meerenge anfängt, mit der westlichen Küste des Landes fast parallel läuft, die Landenge von *Panama* bildet, und sich in Nordamerica in mehrere Arme theilt, deren längster in gleichbleibender Richtung sich bis zum *Cap Prinz Wallis* erstreckt, und von den Enden der asiatischen Hauptgebirge durch die Behringsstrasse getrennt wird. Sowohl in Nord- als Süd-America laufen mehrere Zweige desselben meistens in östlicher Richtung, und dienen, hauptsächlich in Südamerica, zur Bildung der ungeheuern Flüsse dieses Erdtheils und ihrer Flußgebiete.

5) Auch der fünfte Welttheil hat in Neuholland eine große Gebirgskette, die noch wenig bekannten *blauen Berge*, aufzuweisen.

Bergebenen, Plateaus, giebt es in Europa nur kleine, in Spanien. Die bekanntesten sind in America, namentlich die von *Quito*, worauf *Sta. Fe de Bogota* in einer Höhe von 8160 F. und *Antisana* 12600 F. hoch liegt, und die kleinern von *Mexico*. Am ausgedehntesten ist wohl die Sandsteppe ohne Flüsse in Asien, die Wüste *Cobi* zwischen dem *Altai*, *Imaus* und andern hohen Bergen.

§. 221. Die Höhe der Berge mißt man entweder trigonometrisch oder barometrisch oder, wiewohl selten bei hohen Bergen und nie bei Bergspitzen, durch Nivellirung.

Am leichtesten und an sich sichersten sind die barometrischen Messungen.

Einige der höchsten Berge sind, in pariser Fuß gerechnet, der Aetna in Sicilien 10484 F., der Vesuv bei Neapel 3695 F., der *Monte Cervello* auf *Corsica* 5622 F. Dann die Berge von *Savoyen* und *Wallis*, worunter der höchste Europäische, der *Montblanc*, von 14764 F. ist. Außerdem der *Mont Cervin* von 13860 F., der Paß darüber von 10284 F., der *Col de Geant* von 10578 F., der *Mont Cervin* von 11058 F., der *Mont*

Rose von 14310 F., der *Orteler* von 12059 F., der groſſe *Bernhard* von 8460 F., das Hospitium daselbst von 7680 F., der *Simplon* von 10830 F. und der Paſſ darüber von 6174 F. Unter den vielen Schweizerbergen bilden die höchsten Spitzen der Finsterhorn von 13218 F., die Jungfrau von 12870 F., der Mönch von 12666 F., und der Schreckhorn von 12558 F. Der Paſſ bei *Splügen* ist 6451 F., der am kleinen *Bernhard* 6750 F. und der Rheinfall bei *Schafhausen* 1013 F. über der Meeresfläche. Unter den Tyroler und Salzburger Alpen bilden der *Oerteler* von 14416 F., der Großglockner von 11982 F. und die *Hohenwartshöhe* von 10393 Fuß die höchsten Spitzen. Im südlichen Deutschlande sind der *Belchen* von 4370 F., der *Feldberg* von 4582 F. und der *Schwarzwald* an der böhmischen Grenze von 5870 F. die höchsten. Im mittleren Deutschlande bilden der *Feldberg* bei *Frankfurt* von 2606 F. und der *Altkönig* von 2400 F. die größten Höhen, in Norddeutschland aber der *Brocken* von 3633 F. nebst den ihn umgebenden, der *Heinrichshöhe* von 3150 F., dem *Bruchberge* von 2725 F. und der *Achtermannshöhe* von 2580 F. Höhe. Sie werden übertroffen durch die fränkischen, böhmischen und schlesischen Gebirge, wovon der *Fichtelberg* 3731 F., der *Schneeberg* 4007 F., die *Riesenkoppe* aber, die höchste Spitzemehrerer umherliegender hoher Berge der Sudeten, 4950 F. hoch ist. Höher werden die Berge dieser Kette in den Carpathen, indem die *Lomnitzer Spitze* 8100 F., der *Surul* aber 9000 F. erreicht. Unter den höchsten Spitzen der Pyrenäen erreichen viele eine Höhe von 10000 F., der *Maladetta* 10722 F., der höchste Berg in Großbritannien dagegen, der *Ben-Newis* ist nur 4378 F. hoch, in Skandinavien dagegen der *Sneehöttan* 7082 F. Der nordöstliche Theil von Europa hat keine hohen Berge, Asien dagegen die höchsten in der Welt. So ist der *Elbrus* im *Caucasus* 17388 F., der kleine *Altai* 9120 F., der *Libanon* wenigstens 8946 F., der *Sinai* 7200 F., der *Dhawalagiri*, die höchste Spitze

des *Himlaya*-Gebirges und der höchste Punkt der Erde, 24166 F. hoch. Africa's Berge sind wenig gemessen, doch ist der Berg bei *Nieuwefeld*, nicht weit vom *Cap*, 9600 F., die Nilquelle 9918 F. und die Spitze des Atlas 13200 F. hoch. America wetteifert mit Asien in der Menge sehr hoher Berge, doch bleibt der höchste Punkt, der *Chimborazo* von 20148 F. Höhe hinter jenen zurück. Unter den Inselbergen ist der *Mawna-Roa* auf *O. Whyhee* von 14894 F. der höchste.

§. 222. Weit mehr Aufmerksamkeit als die äußere Gestalt der Berge hat von jeher ihr Inhalt erregt. In Rücksicht auf diesen unterscheidet man im Allgemeinen die Urgebirge, auch primitive oder Gebirge der ersten Formation genannt, secundäre Gebirge oder der zweiten Formation, Flötzgebirge und angeschwemmte oder Seifengebirge. Eine auffallende Erscheinung sind die vielen einzelnen Granitblöcke, welche man an den verschiedensten Orten zerstreuet antrifft.

Die Gebirge der ersten Formation oder die Urgebirge bestehen vorzüglich aus *Granit*, welcher meistens in regellos geformten Massen, in der Regel *unter* den übrigen Gebirgsarten, selten neben ihnen, noch seltener über denselben als geschichtet, und also wahrscheinlich neueren Ursprungs, vorkommt, ohne daß man berechtigt ist, den eigentlichen Kern der Erde hieraus bestehend anzunehmen. Ferner bestehen sie aus *Gneis* und *Glimmerschiefer*, meistens auf oder neben jenem gelagert, aus *Porphyry*, älterem *Serpentin*, *Syenit* und *Urkalk*. Alle enthalten keine oder nur zufällig hineingekommene Reste einer organischen Schöpfung, und bilden im Ganzen die höchsten zackigen und schroffen Felsenspitzen.

Unter die *Uebergangsgebirge* rechnet man diejenigen, welche aus *Grauwacke*, *Puddingstein*, *Uebergangskalk* und *Gyps*, *Uebergangsgneis* und *Glimmerschiefer*, *Serpentin*, *Trapp*, *Grünstein* und *Mandelstein* bestehen. Sie sind vorzüglich die Lagerstätte der Me-

talle, und werden wegen der Lagerung ihrer Schichten auch *stratificirte* Gebirge genannt.

Jünger als diese sind die *Flötzgebirge*. Sie bestehen hauptsächlich aus *Sandstein* und verschiedenen Arten von *Kalk*, in welchem sich eine ungeheure Menge versteineter Seegeschöpfe finden, desgleichen aus *Gyps*. Noch neueren Ursprungs sind die *aufgeschwemmten* oder *Seifengebirge*, welche aus *Lehm*, *Sand*, *Thon*, *Mergel*, *Kalktuff* u. dgl. bestehen, viele Reste organischer, aber keine Seeproducte und selten etwas Metall enthalten, und nur als niedrige Hügel, selbst in flachem Lande vorkommen.

Einzelne Granitblöcke, aber auch Bruchstücke von andern Felsarten findet man an den verschiedensten Orten weit von Bergen, welche aus ähnlichen Bestandtheilen bestehen, namentlich in der Lüneburger Haide und in den Küstenländern der Ostsee, ohne daß man bisher genügend erklären konnte, wie sie dahin gekommen sind.

§. 223. Eine eigene Klasse von Bergen machen die basaltischen aus. Sie bestehen aus Basalt, welcher meistens in sechsseitigen Säulen regelmässig mit engen Zwischenräumen auf und nebeneinander geschichtet, zuweilen regellos übereinander gestürzt ist. Die Berge selbst erheben sich theils in grossen Massen, theils und meistens in einzelnen freistehenden Kuppen, oft auf andern Gesteinen aufsitzend, zuweilen in beträchtlichen Ketten, im Ganzen neben solchen Fossilien, welche Spuren einer Einwirkung des Feuers zeigen. Der Basalt selbst ist löcherich und mit Olivin durchwachsen, mitunter selbst sehr porös und lavenartig, so daß die Geognosten lange über seinen Ursprung stritten und diesen bald dem Wasser, bald dem Feuer, bald der vereinten Wirkung beider zuschrieben, welche Meinung gegenwärtig die herrschende zu werden scheint.

Basaltische Berge sind sehr allgemein verbreitet. Unter die bekanntesten gehört der *Riesendamm* bei *Antrim* und die *Fingalshöhle* auf *Staffa*; in Frankreich die Ba-

saltberge in *Vivarais* und der *Auvergne*, in Deutschland die Hessischen und am linken Rheinufer, der *Hassenberg* in Böhmen, der *Dietunata Goala* in Siebenbürgen, und verschiedene in Italien.

Man findet Basalt auf Granit und mit Granit umlagert, als habe er beim Emporkommen aus der Erde eine Rinde dieses Gesteins durchbrochen, auf Sandstein und Kalk, u. z. sowohl auf secundärem als auch auf primitiven, sogar schichtenweise von demselben durchzogen; auf dem *Meisner* in Hessen findet man ihn sogar über Braunkohlen liegend. Neben Laven gelagert wird er am *Aetna*, in der *Auvergne*, auf der Insel *Bourbon* u. a. a. O. gefunden.

Dafs derselbe durch vulcanische Kräfte in die Höhe gehoben sey ist nach den neuesten Untersuchungen nicht mehr zweifelhaft.

§. 224. Die Vulcane haben von jeher die Aufmerksamkeit der Geognosten und der Beobachter überhaupt vorzüglich in Anspruch genommen. Sie sind entweder erloschene oder noch thätige. Die Zahl der ersteren ist so groß, dafs wir ihren früheren Wirkungen bedeutende Veränderungen der Erdoberfläche beimessen müssen.

Wenn man nach entscheidenden Gründen den Basalt, vielleicht auch Trapp und mehrere Arten Wacke als vulcanische Producte ansieht, und dazu die Menge der unverkennbaren Laven nimmt, so kann man mit Wahrscheinlichkeit die Zahl der erloschenen Vulcane fünfmal so groß als die der noch thätigen ansehen. Darunter gehören dann die vielen, aus den genannten Felsarten bestehenden Berge in Deutschland, Frankreich und Italien, im griechischen Archipelagus, in Portugal, selbst in Grönland, hauptsächlich in Asien und noch mehr in America, dessen Berge sämmtlich die Gestalt der Vulcane haben. Ausserdem zeigen die meisten asiatischen, africanischen und Südsee-Inseln Spuren früherer Vulcaneität.

§. 225. Sehr groß ist die Zahl der noch jetzt bren-

nenden Vulcane, welche sicher noch nicht alle bekannt sind, und von Zeit zu Zeit durch neu entstehende vermehrt werden. Sie unterscheiden sich sehr durch ihre Gröfse und die Stärke, nebst der Zahl ihrer Ausbrüche, welche übrigens bei den kleineren am häufigsten sind.

Die Gesamtzahl aller Vulcane ist schwer zu bestimmen, weil man in vielen Fällen nicht weifs, ob man einen Vulcan für einen erloschenen oder noch thätigen halten soll, oder ob nicht einzelne Vulcane auf den Inseln von verschiedenen Seefahrern verschieden benannt, und demnach doppelt gezählt werden. Unter die bekanntesten gehören:

1) In Europa der *Vesuv* in Italien, der *Aetna* auf Sicilien, die Liparischen Inseln, Milo und Santorin im griechischen Archipelagus, die Insel *Mayen* bei Grönland, und die zahlreichen Vulcane auf der ganz vulcanischen Insel Island, unter denen der *Hecla* gegenwärtig weniger tobend ist, als der *Krabla* und die vielen *Yökuls* (Eisberge).

2) Die asiatischen Küstenländer und Inselgruppen sind vorzugsweise reich an Vulkanen. Dahin gehören die auf *Kamtschatka*, auf den Aleutischen, Kurilischen und Japanischen Inseln, auf den Marianen oder Laronen, den Philippinen, den Molucken, auf *Java* und mehreren Südseeinseln.

3) Auf dem Continente von Africa kennt man keinen Vulcan, dagegen finden sie sich auf den Azoren, auf der Feuerinsel unter den *Cap-Verdischen*, auf den Canarischen Inseln und auf der Insel Bourbon.

4) America hat in seiner ganzen Länge viele, meistens noch sehr thätige Vulcane. Mehrere liegen in der Provinz *Guatemala*, desgleichen in *Mexico*, unter denen der *Pic d'Orizaba*, der *Popocatepetl*, der *Colima*, der *Tustla* und der *Xorullo* bekannt sind. Die grössten finden sich in *Quito*, unter denen der *Antisana*, der *Guancamaya*, der *Pitchincha*, der *Tungurahua*, der *Cotopaxi*, der *Sangai* und der *Carguirazo* sich furchtbar gemacht haben. In Neugranada ist

wohl der *Puraze* und unter den vielen in *Chili der Coquimbo* am bedeutendsten. Auf den Inseln sind der Vulcan auf *Guadaloupe*, der *Pelee* auf *Martinique*, und der furchtbare *Morne Garou* auf *St. Vincent* die bedeutendsten.

§. 226. Eine eigenthümliche Klasse von Vulcanen machen die sogenannten Schlammvulcane, welche bloß Schlamm auswerfen.

Die eigentliche Ursache dieser Erscheinungen ist aus der Erde aufsteigendes Gas, welches Wasser und Schlamm blasenförmig in die Höhe treibt, und dadurch kleine Hügel bildet, die bei regnerischer Witterung meistens auseinander fließen, bei trockner aber zur Höhe von einigen Fuß anwachsen. Bleiben sie eine Zeitlang verstopft, so bricht das comprimirte Gas zuletzt mit bedeutender Explosion hervor, und wirft eine sehr große Menge Schlamm mit in die Höhe. Ueber die Beschaffenheit des ohne Mitwirkung des Feuers durch chemische Verbindungen in der Erde erzeugten Gases ist man nicht einig.

Die bekanntesten Schlammvulcane sind der *Macaluba* in Sicilien und verschiedene in Italien; die größten befinden sich in der Crim, namentlich auf der Insel *Taman*. Außerdem hat man sie bei *Baku*, auf der Insel *Trinidad*, auf *Java* und bei *Turbaco* unweit *Carthagera* in America gefunden.

§. 227. Eine interessante Naturerscheinung gewähren die anhaltend ruhig brennenden Feuer, welche man am frühesten in Asien kannte, später in Italien und neuerdings auch bei *Cumana* beobachtet hat. Die Ursache derselben ist stets emporsteigendes und zufällig entzündetes Wasserstoffgas.

Zuweilen werden Steinkohlen unter der Erde zufällig entzündet, und brennen dann eine geraume Zeit ruhig fort, ohne die den Vulcanen eigenthümlichen Erscheinungen zu zeigen. Dahin gehört unter andern das Steinkohlenflöz bei *Dutweiler*, welches bereits 160 Jahre brennt.

In Italien giebt es viele Orte, an denen das stets aus der Erde aufsteigende Wasserstoffgas mit gröfserer oder kleinerer Flamme von 1 bis 6 F. hoch brennt, und nach dem Ausblasen sich bei den gröfseren durch die glühenden Ränder selbst wieder entzündet, bei den kleineren aber angezündet werden mufs. Man hat das Feuer zum Kalkbrennen benutzt. Sonst findet man solche brennende Oerter noch in Ungarn bei *Klein-Saros*, und in Frankreich.

Die bekanntesten Feuer dieser Art sind bei *Baku* auf der Insel *Abnheron* am Caspischen Meere, woselbst sich noch die Secte der Feueranbeter findet. Auch sonst an mehreren Orten in Persien und überhaupt in Asien werden sie angetroffen. In America hat man sie bei *Cumana* beobachtet.

§. 228. Alle Arten der Gebirge, vorzüglich die Uebergangsgebirge, nur nicht die aufgeschwemmten, haben im Innern Spalten und Klüfte, welche mit einer andern, von der Hauptmasse verschiedenen Gebirgsart angefüllt sind, und Lager oder Gänge genannt werden. Die Lager haben mit den Gebirgen selbst einerlei Streichen und Fallen, die Gänge durchkreuzen dieselben in verschiedenen, oft wechselnden Richtungen, und sind zuweilen ganz unterbrochen. Beide, vorzüglich die letzteren, enthalten die Erze, sind von gröfserer oder geringerer Mächtigkeit, und rücksichtlich ihrer Entstehung höchst räthselhaft.

Häufig findet man blofs einzelne abgesonderte, von der Gebirgsart verschiedene Massen, die sogenannten *Stöcke*.

Die Gänge scheinen Risse und Spalten angefüllt zu haben, welche vorher in den Bergen vorhanden waren. Ihre Massen sind oft mit der Hauptgebirgsmasse verwachsen, zuweilen liegen sie flach an derselben an, und bilden das *Saalband*, sind von einigen Linien bis zu mehreren Lachtern mächtig, und füllen die Räume ganz aus, oder lassen in der Mitte leere, zuweilen Wasser enthaltende Räume, wohin die zahlreichen Spitzen der

Krystalle gerichtet sind. Sie bestehen aus *Quarz* mit einigen seiner Varietäten; aus *Kalkspath*, *Flussspath*, *Schwerspath* u. a., heißen *edle* oder *taube* Gänge, und werden beim Durchkreuzen meistens edel oder edler, jedoch wird der edle vom unedlen beim Durchkreuzen durchschnitten oder verrückt. Zuweilen füllen die Erze den Gang völlig aus, meistens aber sind sie mit der Gangmasse vermengt. In aufgeschwemmten Gebirgen findet man die Metalle bloß in kleinen Körnern zerstreut.

Ueber die Entstehung der Gänge hat man vorzüglich zwei Meinungen. Die *Neptunisten* nehmen an, daß die aus dem Wasser niedergeschlagene Erdrinde durch Austrocknung und sonstige Erschütterungen Risse bekommen habe, welche durch Infiltration mit der Gang- und Metallmasse erfüllt wurden. Die *Vulcanisten* dagegen hegen die Meinung, die Massen der Gänge seyen aus dem Innern der Erde durch vulcanische Gewalt und Sublimation in die Risse der Erdrinde gedrängt, oder wären aus der geschmolzenen und erkaltenden Erdrinde durch chemische Anziehung in den Spaltungen angehäuft.

§. 229. Die Erde enthält eine unglaubliche Menge Kochsalz. Ausser demjenigen Theile desselben, welcher dem Meerwasser seine Salzigkeit giebt, findet man dasselbe in vielen Seen, in unzählbaren Salzquellen, an verschiedenen Stellen auf der Erdoberfläche und in unermesslichen Lagern im Innern der Erde. Die Urgebirge scheinen dasselbe nicht zu enthalten.

Verschiedene große Strecken werden unfruchtbar durch den Salzgehalt der Oberfläche, z. B. die Nordküste von Africa von Aegypten an, und mehrere Gegenden unweit des Caspischen Meeres.

Die Salzquellen erhalten ohne Zweifel sämmtlich ihren Salzgehalt durch aufgelösete Salzlager. Solche Salzlager giebt es von den kleinsten Stöcken bis zu bergähnlichen Massen. Einen solchen, zu Tage ausgehenden Salzberg findet man bei *Kallabagh* an den Ufern des Indus, einen 300 F. hohen bei *Cardonne* in Spanien, und in Africa in der Gegend des todten Meeres

sind viele freistehende Salzblöcke. Vorzüglich große Salzlager enthalten Polen bei *Wilicza*, Siebenbürgen, Salzburg u. a. O.

§. 230. Eben so häufig und reichlich vorhanden sind Steinkohlen, Braunkohlen und der Surturbrand auf Island. Die ersteren liegen am tiefsten, oft auf primitiven Gebirgsarten, wahrscheinlich ziemlich allgemein auf dem Erdboden, in Lagern von ungleicher Mächtigkeit. Die Braunkohlen kommen bloß in secundären Gebirgsarten und am häufigsten im aufgeschwemmten Lande vor, beide sind zuweilen vermischt, und zweifelsohne ähnlichen Ursprungs.

Es giebt verschiedene Arten von *Steinkohlen*, vorzüglich Pechkohle, Stangenkohle, Kennelkohle, Schieferkohle, Blätterkohle oder Glanzkohle u. a. Am häufigsten sind sie in England, wo sie bis 1000 F. unter das Meer sich erstrecken. Sogar in Grönland will man sie gefunden haben. Ihr Unterschied von Braunkohlen ist nicht leicht zu finden. Man nimmt an, daß sie entzündet im Luftstrome des Löthrohrs wieder erlöschen.

Die *Braunkohlen* gehen von steinkohlenähnlichen bis zu kaum verändertem Holze über, und enthalten oft noch kenntliche Baumstämme und Gesträuche. Zwischen ihnen werden ganze Lager von Früchten und Blättern gefunden. Zu ihnen gehört der *Surturbrand* auf Island, welcher aus geschichteten und verwandelten Baumstämmen besteht.

Verwandten Ursprungs sind das bituminöse Holz, der Torf, das Erdöl und Erdpech, der Bernstein, welcher am häufigsten und schönsten an der Küste Preussens gefunden wird, das Retin-Asphalt und das in Derbyshire gefundene fossile *Caoutchouc*.

§. 231. Die größte Aufmerksamkeit haben von jeher die unzählbaren Ueberreste einer früheren organischen Schöpfung auf sich gezogen, welche überall auf dem Erdboden angetroffen werden, und wegen ihrer Menge, ihrer großen Verschiedenheit, des Fundortes und so mancher Nebenumstände dem eifrigsten

und unermüdetsten Naturforscher ein kaum zu umfassendes Feld der Untersuchung darbieten. Zur leichteren Uebersicht unterscheidet man die Ueberbleibsel der Seegeschöpfe von den Bewohnern des Landes, welche in den mannigfaltigsten, von den jetzt lebenden zum Theil verschiedenen, Arten vorkommen. Auch Vögel findet man, wiewohl verhältnißmässig selten, und die Anthropolithen sind ohne Zweifel sämmtlich aus einer neueren Zeit.

Am größten ist die Menge der versteinerten Seegeschöpfe, vorzüglich der Conchylien. Man unterscheidet 1) *Testaceen*, worunter die *Ammoniten* gehören, welche von der Grösse einer Linse bis zu der eines Wagenrades, meistens in Kalkstein, zuweilen in Schwefel- und Kupfer-Kies verwandelt, in größter Menge und als mannigfaltige Species vorkommen. Die *Belemniten*, *Gryphiten*, *Discolithen* u. a. gehören ferner dazu. 2) *Crustaceen*, worunter die *Echiniten* und *Encriniten* die vorzüglichsten sind. 3) *Corallien*, mit den verschiedenen Species von *Madreporiten* und *Milleporiten*. 4) *Ichthyolithen* finden sich in Menge als Abdrücke von Fischgerippen auf Schiefer. Weit schöner erhalten sind die plattgedrückten Fische in thonartigem Gesteine von der Bolca bei Verona. 5) Auch Ueberreste versteinerter Wallfische, Delphine und Seekälber hat man namentlich in Italien gefunden.

Mehrere Species von *Amphibien* findet man sehr allgemein, z. B. Schildkröten, Crocodile namentlich im Petersberge bei Mastricht von ungeheurer Grösse, ebendasselbst eine fliegende Eidechse, und fossile Schlangen im Dillenburgschen.

An der Existenz der *Ornitholithen* hat man ihrer Seltenheit wegen lange gezweifelt. Indefs findet man sie in den Gypsbrüchen von *Montmartre*, auf der *Bolca* und in der Schweiz.

Versteinerte Landthiere finden sich überall in Menge. Man unterscheidet 1) ganz unbekannte Arten. Dahin gehören das *Mastodonte* oder der fleischfressende Ele.

phant, hauptsächlich am *Ohio*, das *Megatherium*, *Megalonyx* oder große Landthier aus America, welches man noch nicht genau kennt, die verschiedenen Species des *Paläotheriums* und *Anoplotheriums* von *Montmartre*, und das seltsame Thier mit einem Vogelkopfe, *Ornithocephalus* genannt. 2) Solche, deren Gattungen noch vorhanden sind. Dahin gehört das weit verbreitete, selbst im Eise der Nordwestküste von America und häufig im nördlichsten Sibirien, sogar unverweset mit Haut und wolligem Haare gefundene *Mammut*, oder der Elephant der Vorwelt, das *Rhinoceros*, *Tapir* und *Riesen-Elen*. 3) Solche, deren Species noch vorhanden sind. Dahin gehören der *Hippopotamus*, der *Urstier*, *Schweine*, *Pferde*, insbesondere *Bären* (der Höhlenbär, *ursus spelaeus*), *Löwen*, *Tiger*, *Hyänen* u. v. a.

Im Felsen von Gibraltar, auf Corsica und an der dalmatischen Küste findet man eine Menge in Stein eingeschlossene, mit Seegeschöpfen nicht vermischte, noch wohl erhaltene Knochen, welche dort lebenden Thieren angehören, und durch eine jüngere Catastrophe der Erde begraben zu seyn scheinen.

Wirkliche *Anthropolithen*, als Ueberbleibsel der Vorwelt, giebt es nicht, wohl aber incrustirte, von metallischen Substanzen und Kalksinter durchdrungene Menschenknochen. Am vollständigsten erhalten sind die kürzlich auf *Guadaloupe* gefundenen Gerippe.

Versteinerte *Insecten* giebt es in Menge, vorzüglich im Oeninger Stinkschiefer und im Bernstein.

§. 232. Vegetabilische Ueberbleibsel aus früheren Perioden giebt es in großer Menge und von verschiedenem Alter. Außer denjenigen, welche wir als Steinkohlen und Braunkohlen kennen, finden sich viele theils in Abdrücken, theils ganz eigentlich in eine steinige und metallische Masse verwandelt. Ueber das Alter derselben ist schwer zu urtheilen, weil noch jetzt unter günstigen Umständen Holz leicht versteinert wird.

Abdrücke, namentlich von Farrenkräutern, findet man häufig im Schieferthon und Thoneisenstein, und sie gehören zu den ältesten urweltlichen Ueberresten. Interessanter sind die ganzen versteinerten Bäume, z. B. am *Kifhäuser* in Norddeutschland, am Niederrhein, in Africa u. a. a. O. Ganz umgewandelt, aber noch kenntlich sind die *Frankenberger Kornähren*, der *Staarstein*, *Holzopal* u. a. Die leichte Versteinerung des Holzes zeigt sich aus solchen Exemplaren (sogar alten Gerüsthölzern), welche an der einen Seite versteinert sind, an der andern noch brennen.

§. 233. Gleich merkwürdig, als das Vorhandenseyn dieser Reste einer früheren Schöpfung, sind die Bedingungen, womit dasselbe verbunden ist. Dahin gehört vor allen Dingen die ganz allgemeine Verbreitung, die ungeheure Menge mancher derselben, namentlich der Meeresgeschöpfe, die regelmässige Schichtung und Lagerung, die Höhe über der Meeresfläche, wozu sie sich erheben und die Tiefe, bis zu welcher manche reichen, die colossale Grösse der Landthiere, vorzüglich der Carnivore, die klimatische Beschaffenheit der Fundorte, und die Vermengung der heterogensten Species an ein und demselben Orte.

Man kann im eigentlichsten Sinne sagen, dafs die Petrefacten überall verbreitet sind, sowohl unter der Linie als im Eise des Nordens, namentlich sogar in Grönland und Sibirien. Die versteinerten Seegeschöpfe sind namentlich im nördlichen Deutschlande und in Frankreich zu ganzen Bergen aufgehäuft, sind so wohl erhalten und so regelmässig geschichtet, dafs man sie für allmählig in einem flüssigen Medio niedergesunken ansehen mufs. Man hat sie in Savoyen bis 7844 F., am Aetna bis 2400 F., auf dem *Mont-Perdü* bis 10000 F., auf dem Jungfrauhorn bis 12000 F., versteinerte Fische auf dem *Cap* bis 5000 F., die Knochen des *Mastodonte* bis 8900 F., Muscheln in America bis 13352 F., und am *Himlaya* Knochen von Pferden und Hirschen bis 14000 F. gefunden. Leichter erklärlich

ist, daß man sie mehrere hundert, ja sogar über 1000 F. tief unter der Oberfläche der Erde findet.

Die GröÙe mancher Knochen ist ganz unglaublich. Ein bei *Canstadt* gefundener Mammutzahn wog 6 Centner, der größte der neueren Zeit aus Ceylon nur 175 Pfund; das Geweihe eines Riesen-Elen wiegt zwei Centner, und die Spitzen der Hörner stehen 14 F. von einander.

Die meisten versteinerten Landthiergattungen scheinen wärmeren Klimaten anzugehören, namentlich die Löwen, Tiger und Hyänen. Mammute, obgleich den Elephanten sehr ähnlich, können wohl für kältere Gegenden geeignet gewesen seyn, doch findet man sie selbst im Eise an den Küsten des nördlichen Polarmeers. Ob die vielen fossilen Bäume der nördlichern Gegenden eigentlich zu den Palmen gehören, ist neuerdings in Zweifel gezogen. Merkwürdig ist, daß man in den Höhlen, namentlich von England und Deutschland die Knochen der verschiedensten Thiergattungen, Raubthiere und Grasfressende, große, mittlere und kleine in größter Zahl unter einander findet, welches einige auf die Vermuthung geführt hat, daß sie sich bei einer Ueberschwemmung hineingeflüchtet hätten, andere, daß sie von Hyänen zusammengeschleppt wären.

Eine nach historischen Beweisen nicht wohl zu bezweifelnde Thatsache ist es, daß noch lebende Amphibien, als *Kröten*, *Schlangen* u. dgl. tief unter der Erde, und selbst in festen Marmorblöcken eingeschlossen gefunden sind. Auch von Menschen bearbeitete Stücke, als gehobelte Bretter, Hacken u. dgl. hat man unter festen Gesteinen gefunden, ohne daß begreiflich ist, wie sie dahin gekommen sind.

§. 234. Vermuthlich giebt es mehrere noch unbekannte große Höhlen in der Erdrinde, welche durch verschiedene Catastrophen gebildet seyn können. Man kennt schon eine große Menge solcher Räume, welche größtentheils durch Wasser ausgespült, theils durch Einsenkungen oder vulcanische Wirkungen entstanden

sind. Sie zeichnen sich durch Tropfsteingebilde, durch Petrefacten und sonstige Merkwürdigkeiten, oft bloß durch ihre Grösse aus, und sind wegen ihrer Unzugänglichkeit bei weitem noch nicht genau untersucht. Einige sind durch Arbeiten der Menschen entstanden.

Auf die Anwesenheit grosser leerer, oder mit Wasser gefüllter Räume führt die Erfahrung, daß die Dichtigkeit der Erde an manchen Stellen, nach der Anziehung auf das Pendel zu schliessen, geringer ist, als sie seyn müßte.

Unter den aufgefundenen Höhlen sind die *Baumann's-Biels-* und *Scharzfelder-Höhle* am Harze, die *Rosenmüller-* und *Gaylenreuther-Höhle* im Baireuthischen, die *Adelsbergerhöhle* bei Triest, die *Jungferngrotte* in den Cevennen, die *Grotte de notre Dame de Balme* im Delphinat, und die Höhle im Berge *Cintro* in Estremadura, welche im Korkkloster endigt, am meisten bekannt. Die *Casletonhöhle* in *Derbyshire* ist durch ihre Seen, Flüsse, und hohen Wölbungen nebst andern in England und Schottland merkwürdig. Aus dem hohen Alterthume bekannt ist die Höhle von *Antiparos*; die *Wäkon-Tibe* oder Wohnung des grossen Geistes am Mississippi nebst einer andern bei *Levington* in Nordamerica sind dagegen durch ihre Grösse vorzüglich ausgezeichnet. In vielen findet man Petrefacten, in den meisten eben so schöne als wunderbare Gebilde von *Tropfstein*. Die *Fingalshöhle* auf der Insel Staffa ist eine eben so grosse als schauerlich prächtige Basalthöhle; Lavahöhlen aber giebt es vorzüglich auf Island, namentlich die ungemein grosse *Surthöhle*, aus einem unermesslichen, mit Lava bedeckten Raume bestehend.

Unter die von Menschen durch Förderung von Mineralien gebildeten gehört das aus frühestem Alterthume bekannte *Labyrinth* auf Creta, wenn dasselbe nicht grösstentheils vulcanischen Ursprungs ist, die weiten Hallen des *Petersberges* bei *Mastricht*, der *Stahlberg* bei *Siegen* und die Salzgruben von *Wiliczka*.

Aeolushöhlen nennt man solche, aus denen vorzüglich

im Sommer ein kalter Luftstrom dringt. Die bekannteste, und wegen des vielen durch das Blasen der Luft gebildeten Eises berühmteste ist die bei *Szelicze* in Ungarn. Zuweilen strömen mephitische Gasarten aus der Erde, wodurch Thiere, namentlich Hunde leicht ersticken, z. B. die *grotta del Cane* bei *Puzzuole*, eine ähnliche Höhle bei *Ribar* in Ungarn, auf der Insel *Milo*, bei *Pyrmont* und hauptsächlich auf *Guadaloupe*.

§. 235. Ein Hauptbestandtheil der Erdoberfläche ist das Wasser. Im Allgemeinen ist die Erdrinde überall vom Wasser durchdrungen, nimmt dasselbe aus der Atmosphäre mittelst zahlreicher Processe auf, wodurch zunächst die Quellen entstehen, welche sich nicht bloß durch ihre verschiedene Stärke, sondern auch durch die aufgelöseten Theile, ihre Temperatur und sonstige Eigenschaften unterscheiden.

Theils durch die atmosphärischen Niederschläge des stets verdunstenden Wassers, theils durch Capillarattraction aus der Tiefe, theils durch den hydrostatischen Druck großer und vieler Wasserbehälter auf der Erde ist die Oberfläche derselben fast überall feucht, und findet sich im Niveau großer Seen oder Flüsse stets Wasser, welches zum Theil die gegrabenen Brunnen speiset. Wenn sich das Wasser der atmosphärischen Niederschläge auf einer für dasselbe undurchdringlichen Kruste ansammelt, herabfließt, und an irgend einem Orte nach hydrostatischen Gesetzen hervordringt, so giebt dieses die Quellen, deren Ursprung hierdurch zugleich angedeutet ist. Sie finden sich meistens auf und an Bergen, weil diese eine feste Grundlage haben, der Schnee auf ihnen länger liegen bleibt, und die atmosphärische Feuchtigkeit an diesen kälteren Orten niedergeschlagen wird. Ihre Wassermengen sind aus leicht begreiflichen Gründen sehr ungleich.

Kein Quellwasser ist völlig rein, sondern enthält außer absorbirter sauerstoffgasreicherer Luft hauptsächlich *Kohlensäure*, *Kochsalz*, *Kalk*, *Gyps*, u. dgl., zuweilen etwas *Erdharz* in verschiedenen Mengen. Am

reinsten ist dasjenige, welches über Granit, Syenit, Porphyr, Gneis und Sandstein hinfließt. Mehrere beigemischte Substanzen enthalten die sogenannten *mineralischen Quellen*. Im Allgemeinen sind diese kohlen-säuerliche, alkalische, Stahlwasser, Sodahaltige, die zahlreichen Salzquellen, Bitterwasser, Schwefelwasser, salpetrige, seifenartige, kupferhaltige, Alaunwasser und erdharzige. Die incrustirenden Quellen bedecken hineingeworfene Körper mit einem gypsartigen Ueberzuge, und die seltenen versteinernenden verwandeln Holz in Stein. Aus dem Vulcane *Idienne* auf *Java* quillt Schwefelsäure.

Die *Temperatur* der Quellen ist in der Regel die mittlere des Ortes, wo sie entspringen. Warme und heisse Quellen erhalten ihre höhere Temperatur durch örtliche, bis jetzt noch nicht allgemein genügend erkannte Ursachen. Sie steigen von wenigen Graden über der mittleren des Ortes bis zur Siedehitze und darüber, entspringen meistens aus Urgebirgen, sind hauptsächlich ein Eigenthum vulcanischer Gegenden und bilden zum Theil die prachtvollsten Fontainen. Sie finden sich überall auf der Erde, als Fontainen aber übertreffen die isländischen (namentlich *Geyser* und *Reikum*) alle andere an Grösse und unglaublicher Pracht.

Eine eigene Merkwürdigkeit bieten die periodisch oder regellos intermittirenden Quellen dar, welche Erscheinung man mit vielem Grunde aus dem Spiele unterirdischer Heber ableitet.

§. 236. Bei den Flüssen kommt die Menge des Wassers, welches sie liefern, die Höhe ihrer Quellen über der Mündung, die hiervon abhängige Geschwindigkeit des Fließens und die hierdurch erzeugten Wasserfälle nebst den periodischen Ueberschwemmungen und das Versiegen mancher großer Ströme hauptsächlich in Betrachtung.

Im Allgemeinen enthält das Flusswasser weniger Kohlensäure und Salze, als das Brunnenwasser, dagegen weit mehr vegetabilische und erdige Theile.

Die größten Flüsse sind in America, dann in Asien, dann in Africa, und die kleinsten in Europa. Man hat sich viele Mühe gegeben, die Wassermasse zu finden, welche die Flüsse geben, und diese meistens zu hoch angegeben. In genähertem Werthe kann man die ganze Masse, welche alle Flüsse dem Meern zuführen, in einem Jahre nicht wohl höher als auf 75 geographische Cubikmeilen schätzen, und dann würden sie die Meere erst in 20405 Jahren ganz ausfüllen. Da man die Gröfse der Flüsse mit vielem Grunde dem Flächeninhalte ihrer Gebiete proportional setzen kann, weil sie das Wasser aus diesen aufnehmen, so erhält man hiernach folgende vergleichende Uebersicht.

Amazonenfluß	88,305	Don	6,088
Plata	71,665	Weichsel	3,578
Lorenzstrom	62,330	Duero	1,638
Mississippi	53,636	Tago	1,327
Oby	63,776	Seine	1,236
Jenisei	47,001	Loire	2,378
Lena	36,483	Garonne	1,443
Amur	53,559	Po	1,410
Hoangho	33,686	Trent	0,439
Ganges	20,224	Donau	14,423
Wolga	30,154	Rhein	3,598
Nil	32,620	Weser	0,874
Senegal	25,614	Elbe	2,800
Dwina	5,890	Oder	2,072.

Da die Quellen der Flüsse sehr hoch liegen, so müßten sie einen starken Fall haben, wenn ihre Geschwindigkeit nicht durch die zahllosen Krümmungen stets wieder aufgehoben würde. Ihre Bewegung beträgt daher nur im Mittel 2 bis 5 F. in einer Secunde. Werden sie zwischen Felsen eingezwengt, so fließen sie geschwinder, bilden die sogenannten *Stromschnellen*, wovon der *Connecticut* das stärkste Beispiel liefert, indem auf seiner Stromschnelle Blei fortgerissen wird, und man mit einem Brecheisen nicht hineinstoßen kann.

Wasserfälle giebt es viele von ungleicher Höhe und Schönheit. Die bekanntesten sind der *Staubbach* unweit Bern, 900 F. hoch, der mehr Wasser haltende *Reichenbach*, 200 F. hoch, die Rheinfälle bei Schaffhausen, 30 F. hoch und bei Lauffen. Größer und schöner als die letzteren sind verschiedene in Skandinavien, namentlich bei *Viigtil* unter dem Polarkreise, vielleicht 1000 F. hoch, und der höchste in Europa, ein vom Berge *Marbore* in den Pyrenäen 1256 F. herabstürzender Giesbach.

Mehrere asiatische und africanische Flüsse haben große und schöne Wasserfälle, alle bekannte werden aber übertroffen durch die americanischen, namentlich der des *Potowmak*, des *Cohoz*, des *Genessee*, des *Passalk*, des *Connecticut*, des *Rio Vinagre*, des *Rio de Bogota* bei *Tequendama* und des Riesen unter allen, des *Niagara*, wegen seiner ungeheuren Wassermasse.

Periodische *Ueberschwemmungen* haben alle großen Flüsse. Die bekanntesten sind die des *Nil's*, kleine zeigen der *Rhein* und die *Donau*, größere der *Ganges*, und die americanischen Hauptströme, vorzüglich der *Amazonenfluss*. Sie werden leicht aus dem Schmelzen des Schnees auf den Gebirgen und den periodischen Regen erklärt.

Verschiedene der größten Ströme versiegen zuletzt im Sande. Weniger ist dieses der Fall beim Rhein als bei den Flüssen in Africa und Neuholland. Der große *Oranjerivier* z. B. trägt zuweilen Kriegsschiffe und zu andern Zeiten ist er ganz wasserleer.

§. 237. Quellen und Flüsse, welche keinen Abfluss finden, erzeugen leicht Moore, Brüche, Sümpfe und Moräste. Eine leichte, mit vielen Pflanzenwurzeln und Fasern durchwachsene Erdschicht schwimmt auf einem trüben, tieferen oder seichteren Wasser, oft in beträchtlicher Ausdehnung, trägt nicht selten niedriges Gebüsch und dient grösstentheils zu Viehweiden, zuweilen nur zur Erzeugung von Torf. In einzelnen sel-

tenen Fällen werden die Erdschichten fortgerissen, und bilden schwimmende Inseln. In wärmeren Gegenden sind sie der Gesundheit höchst nachtheilig, vorzüglich wenn sie süßes Wasser enthalten.

Wahrscheinlich sind manche Brüche früher mit Holz bewachsen gewesen, wie sich aus den Baumstämmen in ihnen ergiebt. Am zahlreichsten sind die Sümpfe im nördlichen Europa und America, und die bekanntesten die bei *Raab* und die *Pontinischen*.

Die besseren Districte der Sümpfe dienen zu Viehweiden, die meisten erzeugen vorzüglich nur *Torf*, welcher aus den Wurzeln und Fasern der verschiedenen Torfpflanzen, zuweilen mit ausländischen Seepflanzen untermischt, besteht, mitunter durch Kunst wieder erzeugt wird, und von mehr oder weniger erdharzigen Theilen durchdrungen ist.

Man hat Beispiele, daß solche Erdschichten losgerissen wurden, und *schwimmende Inseln* bildeten, welche zuweilen abwechselnd niedersinken und wieder emporkommen. Eine solche findet sich im *Gerdauer See* in Preussen.

§. 238. Die Seen, wenn sie größer sind auch Meere genannt, haben theils süßes, theils salziges Wasser, sind von ungleichem Verhältnisse hinsichtlich des Zuflusses und Abflusses, und zeichnen sich in einzelnen Fällen durch merkwürdige Eigenthümlichkeiten aus.

Die Seen sind am zahlreichsten auf der nördlichen Halbkugel. Bei weitem die meisten, vorzüglich die kleineren, haben süßes, helles Wasser, viele Salzwasser, in Europa namentlich die in Siebenbürgen; wenige haben Natron, z. B. in Ungarn hauptsächlich aber in Aegypten; ein See in Thibet liefert Tinkal und Natron; viele Seen haben Wasser nach Art des Meeres, z. B. das *Caspische Meer* und einige sibirische, jedoch ist ihr Salzgehalt im Allgemeinen geringer. Der *Sarnoje - Osero* in Sibirien erregt durch sein schwefelleberhaltiges Wasser einen unausstehlichen Gestank, und das

Wasser des *Lough-Neagh* in Irland hat die Eigenschaft, Holz zu versteinern. Das Wasser des *todten Meeres* in Palästina, angeblich 12 Meilen lang und 2 Meilen breit, ist ein sehr bitteres Seewasser und mit vielem Bergöl vermischt, welches aus mehreren Quellen entspringt, indem das Wasser dadurch zugleich warm wird, und *Asphalt* in Menge auf der Oberfläche schwimmt. Der Salzgehalt desselben und sein spec. Gew. ist gröfser als des Seewassers.

Das *Caspische Meer* nimmt aufser vielen kleinen noch die grofsen Flüsse *Emba*, *Ural*, *Wolga*, *Kuma*, *Terek*, *Kur*, *Sefyrroud*, *Aster* und *Tetschien* auf, und verliert sein Wasser hauptsächlich durch Verbreitung in den Steppengegenden vermittelt der starken Verdunstung. Hierin ihm ähnlich ist der *Aral* und das *todte Meer*, in welches der *Jordan*, *Kedron*, *Arnon* und *Jared* fliefsen. Auch der *Titica* in America nimmt zehn grofse und viele kleine Flüsse auf, der *Ybera* dagegen giebt vier ansehnlichen Flüssen ihr Wasser ohne verhältnifsmässigen äufsern Zuflufs.

Der *Czirknitzer-See* in Krain ist wegen seines wechselnden Wasserstandes lange berühmt gewesen. Die Angabe von einem periodischen Wechsel ist falsch, vielmehr hat derselbe ungleichen Zuflufs und Abflufs, von deren Verhältnifs seine Wasserhöhe abhängt, auch trocknet er zuweilen und auf längere Zeit ganz aus.

§. 239. Zum Meere im Allgemeinen gehören die grofsen Oceane, die eingeschlossenen Meere, Meerengen und Buchten. Die Ufer desselben werden durch verschiedene Ursachen vielfach verändert, die absolute Höhe desselben scheint aber stets gleich zu bleiben. Ob und wie der ungleich tief liegende Boden desselben sich verändere, ist schwer zu bestimmen.

Unter die eingeschlossenen Meere gehört vorzüglich der arabische und persische Meerbusen, das schwarze und mittelländische Meer und die Ostsee.

Die Ufer sind entweder steile Felsenwände, wie vorzüglich an der Westküste von America, oder flach an-

steigender Grund, wie die Küsten der Nord- und Ost-See.

An einigen Orten macht das Meer Eroberungen, an anderen erweitern sich die Küsten durch Sand und Schlamm der Flüsse und der See. Der Meeresspiegel ist im Allgemeinen überall gleich hoch, außer bei eingeschlossenen Meeren. Auffallend ist, daß der Spiegel des Caspischen Meeres 43 bis 54 Toisen niedriger ist, als des schwarzen Meeres. Eine früher vermuthete allgemeine Abnahme des Meeres, welche vorzüglich aus Messungen an der Schwedischen Küste gefolgert wurde, scheinen die neuesten Untersuchungen nicht zu bestätigen, welche vielmehr auf eine *Hebung* Skandinaviens führen.

Der Meeresboden, eine Fortsetzung des festen Landes, ist eben so ungleich, als dieses, und enthält eine Menge Klippen, Sandbänke, Corallenriffe, und in der Südsee vorzüglich Zoophyten, woraus ganze Inselgruppen bestehen. Die größte gemessene Tiefe soll 1200 Lachter betragen haben, indess sind solche Messungen wegen der Unbeweglichkeit des langen Seiles an den Bleilöthen unzuverlässig. Man setzt nach der Analogie des festen Landes die größte Tiefe auf 12000 F. Selbst Landseen haben eine Tiefe von 300 bis 700 F.

§. 240. Das Meerwasser erhält durch die in demselben aufgelöseten Substanzen einen widerlich bitteren und salzigen Geschmack, ist specifisch schwerer als Flußwasser und gefriert weniger leicht. Seine Farbe ist im Allgemeinen schwach blaugrün, erscheint aber aus örtlichen Ursachen oft verschieden, und schadet seiner Durchsichtigkeit nicht wesentlich. Ueber das herrliche Schauspiel seines Leuchtens sind zwar eine Menge Erfahrungen vorhanden, allein die Ursachen dennoch kaum mit völliger Gewissheit ausgemittelt.

Der Gehalt des Meerwassers an aufgelöseten Substanzen ist wegen der steten Bewegungen desselben, und der verschiedenen, sich wechselseitig aufhebenden

Einflüsse überall ziemlich gleich, und namentlich macht die Tiefe keinen Unterschied. Im Mittel enthält dasselbe in 100 Theilen

Salzsaures Natron . . .	2,490
Salzsaure Bittererde . .	0,354
Schwefelsaure Bittererde	0,081
Schwefelsaures Natron .	0,103
Schwefelsauren Kalk .	0,097
	3,125

so daß man seinen Salzgehalt im Mittel zu 3,5 Procent annehmen, und sein spec. Gew. auf 1,028 setzen kann. Da das Kochsalz so allgemein über der Erde verbreitet ist; so folgt hieraus sehr natürlich, daß man dasselbe auch im Meere aufgelöst finden muß, ohne daß jedoch damit sein Ursprung erklärt wäre. Um trinkbar zu seyn muß das Seewasser durch Destillation gereinigt werden.

Beim Gefrieren des Seewassers wird das Salz ausgeschieden, und, das Meereis liefert süßes Wasser. Das viele Eis der Meere wird hauptsächlich an den Küsten gebildet, zugleich aber in hohen Breiten die auf kurze Zeit ruhige Fläche ganz mit etwa einem Zoll dicken Eise überzogen, welches durch die Bewegung des Meeres bald in Eisschollen zerbricht. Außerdem stürzen eine Menge Lawinen vom Lande in das Meer, die Flüsse liefern Treibeis, der fallende Schnee vereinigt sich zu ganzen Massen, welche durch überschüttetes Meerwasser bei hoher Kälte stets wachsen. Man hat Eisfelder von 5000 engl. Quadratmeilen und Eisberge von 16000 Millionen Tonnen beobachtet, welche wie eine zerstörte Welt einen furchtbaren Anblick gewähren, oft in stark rotirender Bewegung sind, und leicht durch einen Schlag, einen Schall oder eine sonstige Ursache mit großer Gefahr der Schiffe bersten.

Die eigentliche Farbe des in kleinen Massen ungefärbten und völlig durchsichtigen Meerwassers ist himmelblau, durch die Färbung der Wolken und sonsti

ger Gegenstände in Grün und andere Farben spielend, oft durch zahllose Seethierchen gefärbt. Bei den westindischen Inseln ist es bis auf 120 F. Tiefe noch sehr durchsichtig.

Eine herrliche Erscheinung gewährt das Leuchten des Meeres, welches in heißen Gegenden am stärksten ist. Es zeigt sich in leuchtenden, blitzenden Funken und einer leuchtenden Furche aller in dem Wasser bewegten Gegenstände, namentlich der Schiffe. Die Ursache liegt in einer Phosphorescenz, jedoch ist es streitig, ob diese bloß den zahllosen lebenden Thierchen eigen ist, oder auch dem Schleime, welche dieselben erzeugen und beim Vermodern zurücklassenn.

§. 241. In völliger Ruhe fault das Seewasser sehr bald. Unter seinen vielfachen Bewegungen, welche man füglich in regelmässige und unregelmässige abtheilen kann, ist keine so merkwürdig, als die Ebbe und Fluth. Sie besteht darin, daß das Meer durch die Anziehung der Sonne und des Mondes zu einer, durch mannigfaltige bedingende Ursachen modificirten, verschiedenen Höhe gehoben steigt, und nach dem Aufhören dieser Wirkung wieder sinkt, welches nach den Gesetzen der Gravitation gleichzeitig im oberen und unteren Meridiane statt finden muß. Ausser dem hiernach täglichen periodischen Wechsel muß noch eine monatliche Periode durch den verhältnißmässigen Stand der Sonne und des Mondes in den Quadraturen und Syzygien, und eine jährliche aus dem Verhältnisse der Declination beider Himmelskörper in den Sonnenwenden und Nachtgleichen entstehen.

Die merkwürdige Erscheinung der täglichen Ebbe und Fluth wurde zuerst durch Newton aus seiner Gravitationstheorie erklärt, indem er zeigte, daß vermöge der allgemeinen Anziehung die Erde und ihre Theile ein Bestreben erhalten müßten, gegen den Mond und die Sonne zu fallen, wodurch das Bestreben der Körper nach der Erde zu fallen, oder die Kraft, durch welche sie gegen die letztere hingezogen werden, geschwächt

wird. Denkt man sich also wie die Flüssigkeiten der Erde vermöge ihrer Beweglichkeit nur dann im Gleichgewichte seyn können, wenn der ganze Erdball die Kugelgestalt hat, modificirt durch die Schwungkraft als Ursache seiner Abplattung, und stellt man sich zugleich vor, wie ein in gewisser Entfernung befindlicher Himmelskörper in der Richtung einer von ihm aus nach der Erde gezogenen geraden Linie anziehend auf dieselben wirkt, so muß die (ellipsoidische) Kugel nothwendig in der Richtung dieser Linie eine längliche Gestalt annehmen, oder das Wasser muß im oberen und unteren Meridiane beim Durchgange eines Himmelskörpers durch einen derselben gleichzeitig gehoben werden, in einer Entfernung von 90° von diesen Punkten aber den niedrigsten Stand erhalten. Sind Mond und Sonne diese Himmelskörper, von welchen der erstere wegen seiner Nähe (im Mittel 55000 Meilen §, 190), die letztere wegen ihrer Gröfse allein einen merkbaren Einfluß haben können, so giebt jenes die Fluth, dieses die Ebbe, welche täglich zweimal wiederkehren müssen. Weil aber beide Himmelskörper nicht stets in der nämlichen Richtung auf den Erdball wirken, sich vielmehr monatlich zweimal soweit von einander entfernen, daß ihre Wirkungen sich gegenseitig aufheben, so entsteht hieraus eine monatliche Periode. Durch die jährlich wechselnde Declination, namentlich der Sonne, wirken sie ferner unter verschiedenen Winkeln auf jeden einzelnen Ort der Erde, welches die jährliche Periode giebt. Endlich bedarf das Wasser einige Zeit, bis es zu der bestimmten Höhe ansteigt, wobei zugleich der Umschwung der Erde um ihre Axe in Betrachtung kommt. Der höchste Stand des Wassers fällt daher 2 bis 3 Stunden nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian, welche Zeitdauer durch seinen Stand gegen die Sonne bedingt wird. Nach den Beobachtungen ist nämlich die Anziehung des Mondes auf das Meer $\equiv 3$, der Sonne $\equiv 1$. Wirken beide Himmelskörper gemeinschaftlich, also bei Neu- und Vollmond (in den Syzy-

gien), so sind die Fluthen am höchsten, und heißen Springfluthen; heben sich ihre Wirkungen auf, also im ersten und letzten Viertel (Quadraturen), so sind sie am niedrigsten und heißen Nipfluthen. Diese Wirkung verspätet sich um ohngefähr 1, 5 Tag.

Ebbe und Fluth gehören nur dem offenen Meere an, werden in ganz eingeschlossenen Meeren gar nicht, in der Ostsee, dem mittelländischen und adriatischen Meere nur geringe angetroffen. Ihre absolute Höhe im ganz freien Weltmeere beträgt nur von 12 bis 18 Zoll, steigt aber in den meisten Gegenden von 3 bis 8 Fufs. Wenn sich das Meer aber an Küsten bricht, oder in Häfen und Buchten zusammengedrängt wird, so steigt sie wohl zu 30 bis 50 Fufs, im Mittel beträgt die Nipfluth 9, die Springfluth 18 Fufs. Einen ausnehmend grofsen Einflufs hat aber die Richtung und Stärke des Windes, welcher namentlich bei Flüssen und Buchten das Wasser tief landeinwärts treibt, z. B. beim Ganges und beim Amazonenflusse.

§. 242. Unter die regelmässigen Bewegungen des Meeres gehört ferner der allgemeine Oststrom. Minder regelmässig sind die zum Theil sehr bedeutenden Meeresströme, deren einige periodisch aufhören, zuweilen auch einige Zeit in entgegengesetzter Richtung fliefsen. Nur wenige derselben erzeugen die Meeresstrudel, welche gegenwärtig der Schifffahrt weit weniger gefährlich sind als ehemals. Ganz unregelmässig, aber desto furchtbarer in ihren Wirkungen sind die Wellen und Brandungen.

Der *Oststrom*, holländisch Dienung genannt, zeigt sich unter dem Aequator im grofsen Oceane, indem das Wasser täglich gegen 2 bis 3 Meilen von Osten nach Westen fliefst. Auf diese Weise strömt das atlantische Meer gegen die westindischen Inseln, und eine starke Strömung zeigt sich in der magellanischen Meerenge und in der Strasse von Java. Ursachen dieser Strömung, welche nördlich vom Aequator nordwestlich, südlich von demselben südwestlich wird, sind der beständige

Ostwind unter dem Aequator, die zweimal täglich wechselnde Fluth und die Rotation der Erde um ihre Axe, vermöge welcher das von den Polen nach dem Aequator strömende Wasser nicht sogleich diese ihm mitgetheilte Bewegung annimmt, folglich vermöge der Trägheit zurückbleibt.

Meeresströme giebt es eine unglaubliche Menge von der verschiedensten Gröfse, Geschwindigkeit und Tiefe, deren manche sich sogar in verschiedenen Tiefen durchkreuzen. Unter die berühmtesten gehört der *Golphstrom*, welcher durch den allgemeinen Oststrom des atlantischen Meeres nach den americanischen Küsten hin im mexicanischen Meerbusen gebildet wird, aus demselben nordöstlich nach den Küsten von Island und Norwegen, und mit dem aus dem Eismeere kommenden Strome vereint nach der Ostküste Grönlands fließt. Er ist anfangs an seiner tief blauen Farbe und hohen Temperatur kenntlich, ein wahrer Riesenstrom, welcher den Schiffen am gefährlichsten ist, wenn der Wind ihm entgegen wehet.

Wechselnde Meeresströme sind z. B. einer zwischen den Maldiven, welcher 6 Monate östlich und eben so lange westlich fließt.

Eingeschlossene Meere haben oft Strömungen; z. B. das mittelländische Meer strömt im Ganzen von Osten nach Westen, in der Meerenge von Gibraltar aber ist eine starke entgegengesetzte Strömung, welche weit in das Meer fortgeht. Die Ostsee hat viele Strömungen, welche zum Theil durch die Richtung des Windes bedingt werden. Durch den Sund strömt das Wasser stark nördlich, wahrscheinlich mit einer entgegengesetzten Unterströmung, und eben so in der Meerenge von Constantinopel südlich.

Die Ursachen der Meeresströme sind vorzüglich der allgemeine Oststrom, periodische Winde, ungleiche Temperatur des Meeres, Klippen und Meerengen, so wie überhaupt der ungleiche Boden des Meeres und der

ungleiche Wasserstand als Folge der Ergießung vieler und großer Ströme.

Wenn das bewegte Meer an einer Felsenküste auf eine eigenthümliche Art gebrochen oder abgelenkt wird; so entstehen *Meeresstrudel*, indem das Wasser eine kreiselnde Bewegung annimmt, und in Folge der wechselnden Seeströmung gleichfalls abwechselnd in entgegengesetzter Richtung fließt. Am bekanntesten sind der *Mahlstrom* oder Moskestrom (von der Klippe Moske so genannt) an der norwegischen Küste, und die ehemals so gefürchteten, nach jetzt gefährlichen *Scylla* und *Charybdis*.

Die Wellen sind einander folgende Erhöhungen und Vertiefungen des Wassers, vorzüglich des Meeres, welche durch eine Art Oscillation entstehen, und nicht als fortbewegte Wasserhügel anzusehen sind. Anfangs erzeugt der Wind kleine kräuselnde Erhöhungen, bei längerer Dauer und zunehmender Stärke immer höhere Wellen, welche der erhaltenen Oscillation wegen noch eine zeitlang nach dem Aufhören des Windes fort-dauern. Sie sind kleiner in der Ostsee als im mittelländischen Meere, am längsten in den großen Océanen. Wo sie keinen Widerstand finden ist ihre absolute Höhe nur 6 bis 8 Fuls, und die Tiefe, bis zu welcher das Meer unruhig ist, geht nur etwa bis 4 Faden; über Untiefen aber entstehen die *Wasserwände* (*barres*), an Klippen die sogenannten *Brecher*, und wenn die Meereswellen gegen Felsen und zwischen enge Räume geworfen werden, so wird das Wasser bis 100 F. und höher empor geschleudert. Auf einem sich verflachenden Ufer verlieren die Wellen allmählig ihre Kraft, über Felsen und Klippen aber und an steilen Ufern entsteht die Brandung, in welcher jedes Schiff ohne Rettung scheitert.

A n h a n g.

Allmähliche Veränderungen der Erde.

§. 243. Unsere Erde hat viele und wesentliche Veränderungen erlitten, und erleidet sie noch täglich. Einige derselben sind geringer, betreffen nur einen kleinen Theil der Oberfläche, andere dagegen sind grösser und weiter verbreitet, noch andere aber ereignen sich so sehr allmählig und in so langen Zeiträumen, daß die bisherigen Beobachtungen kaum oder überall nicht hinreichen, sie genau zu bestimmen. Noch andere endlich scheinen die ganze Erde oder den größten Theil ihrer Oberfläche betroffen zu haben, lassen sich aber aus den zu reich vorhandenen Spuren derselben so schwer bestimmen, daß noch keine darüber aufgestellte Hypothese allgemeinen Beifall gefunden hat.

1) Die *Luft* und die *wässerigen Meteore* nebst dem fließenden Wasser verändern die Oberfläche der Erde bedeutend durch allmähliche Auflösung und Wegspülung.

2) Die *Vegetation* schützt zwar gegen das Verwittern, all in die Wurzeln dringen in die Felsenritzen, und bewirken hierdurch, wie durch ihre Feuchtigkeit, Zerstörung.

3) Die *Winde* richten Verwüstung an, indem sie den Flugsand vor sich hertreiben, aufhäufen und ganze Districte damit überdecken. Ammeisten geschieht dieses in den Wüsten von Africa und Asien, aber im Kleinen auch in Europa, z. B. in Niederbretagne.

4) Die *Madreporen* erzeugen unglaublich große Corallenfelsen, aus denen namentlich in der Südsee ganze Inseln und Inselgruppen entstehen.

5) In vielen Gegenden verschlingt das *Meer* große Strecken, an andern werden durch Dünen und Versandungen bewohnbare Oerter geschaffen. Diesen ähnlich sind die Abspülungen und Versandungen durch Flüsse.

6) Das *Eis*, die *Schneefelder* und *Glätscher* wachsen an einigen Stellen über den fruchtbaren Boden hin-

aus, *Schneelawinen* verschütten Flüsse, bilden dadurch Seen, und beim Durchbruche derselben grofse Ueberschwemmungen.

7) Grofse Verheerungen richten die *Bergstürze* an, indem überhaupt viel Gerölle von den Spitzen verwitterter Felsen herabfällt, Waldströme ganze Gegenden mit Schutt überdecken, und grofse Massen geborstener Berge herabstürzen.

8) Die eigentlichen *Erdfälle* oder Einsinkungen verschiedener kleinerer oder gröfserer Strecken haben mit diesen Erscheinungen einige Aehnlichkeit.

9) Ob und in wie fern sich das *Klima* an einzelnen Orten verändert habe, ist schwer aufzufinden; indess zeigen namentlich Grönland, Island und einige andere Gegenden sichtbare Spuren einer früheren höheren Temperatur.

§. 244, Erdbeben und Ausbrüche der Vulcane, welche nicht sowohl grofse als vielmehr schauderhafte Veränderungen auf der Erdoberfläche anrichten, treffen vorzüglich die Küstenländer. Sichere Vorzeichen der Erdbeben giebt es nicht, aufser das Aufsteigen mephitischer Gasarten, welche hauptsächlich von den Thieren wahrgenommen werden, und das Hervorbrechen von Flammen aus der Erde. Meistens werden sie von einem unterirdischen Getöse begleitet, dessen Stärke der Gewalt der Erschütterungen proportional ist. Die letzteren selbst bestehen überhaupt in einer Bebung, oder einer schwingenden Bewegung, deren Gewalt und weite Verbreitung Erstaunen erregt, zuweilen in einer Erhebung und Versenkung beträchtlicher Strecken und Erzeugung grofser Spalten.

Mit atmosphärischen Erscheinungen, als ungewöhnlicher Hitze, Gewittern, Stürmen, hohem oder niedrigem Barometerstande u. dgl. treffen die Erdbeben nur zufällig zusammen, und stehen allen Erfahrungen gemäfs mit ihnen in keinem Causalnexus.

Die Zahl der Erdbeben auf der Erde im Ganzen ist so grofs, dafs kein Jahr ohne mehrere grofse und kleine

vergeht. In Europa ist *Italien* und *Sicilien* ihnen am meisten ausgesetzt, wo sie kein Jahr gänzlich fehlen. Am merkwürdigsten ist das von A. 56 n. Ch. wodurch *Herculanum* und *Pompeji* untergingen, von 1669, wodurch *Syracus* zerstört wurde, von 1783, welches *Calabrien* traf. Sehr bekannt ist ferner das schreckliche Erdbeben, welches 1755 einen Theil von *Lissabon* zerstörte.

Syrien ist von jeher durch die schrecklichsten Erdbeben heimgesucht. Die letzten waren 1822 und 1824. Nahe ebenso *America*, wie namentlich *Lima* und *Callao* 1746, *Cumana* 1766 und *Caracas* 1812 verheert wurden. Vulkanische Inseln in der Nähe der Contiente sind solchen Schicksalen am meisten ausgesetzt.

Die Erdbeben setzen selbst das Meer an den Küsten in heftige Bewegung. Wie weit sie sich erstrecken zeigte sich 1755, indem das Erdbeben, dessen Hauptsitz in *Lissabon* war, von *Grönland* bis *Africa* und nach *Martinique* hin verspürt wurde. Weniger die Erzeugung bleibender Inseln, als vielmehr die Zerstörung und der theilweise Untergang vorhandener sind als Wirkungen derselben anzusehen. Ihre Ursachen fallen unleugbar mit denen zusammen, welche die vulcanischen Ausbrüche herbeiführen.

§. 245. Bei den Vulkanen kommen neben den Erscheinungen ihrer Ausbrüche und der durch sie angerichteten Verheerungen noch zugleich die Art und Menge der ausgeworfenen Substanzen, die Größe und Beschaffenheit ihrer Crater, die Lage ihrer Heerde, die Ursachen ihrer Entzündung und der fortdauernden Wirkung nebst manchen begleitenden Umständen in Betrachtung.

Von den meisten Vulkanen kennt man eine Menge Ausbrüche. Zuweilen werden durch sie ganze Berge gebildet, wie der *Monte di cenere* 1538, ein Berg bei *Unalashka* 1795 und der *Jorullo*; zuweilen versinken andere, als 1638 ein *Pic* auf der moluckischen Insel *Timor* und 1772 ein Berg auf *Java*. Inseln werden

durch vulcanische Kräfte aus dem Meeresgrunde emporgehoben, oder aus vulcanischen Substanzen aufgehäuft, versinken aber meistens bald wieder.

Die Phänomene der vulcanischen Ausbrüche bestehen im Allgemeinen in donnerähnlichen Explosionen verbunden mit starkem Beben der Berge (Erdbeben), Aufsteigen von dickem Rauche, worin sich bald mit heftigem Knalle eine Flamme entzündet und weiter brennt, nebst dem Auswerfen der vulcanischen Producte und Ausfliessen der Lava.

Vulcanische Producte sind *Gasarten*, hauptsächlich kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas und schweflichtsaures Gas, *Asche* und *vulcanischer Sand* (Lapilli) deren ungeheure Menge den Tag verdunkelt und ganze Berge bildet, *Schlacken*, Steine von erstaunlicher Grösse, hauptsächlich Bimsstein und vorzüglich *Lava* in grossen Strömen. Letztere fliesst als zähe, glühende Masse langsam, bleibt Jahrelang heiss, verwittert schneller oder langsamer, und liefert dann mitunter einen sehr fruchtbaren Boden. Manche Vulcane werfen *Schlamm* aus, welcher wahrscheinlich aus Wasser und vulcanischer Asche gebildet wird. *Wasser*, selbst mit lebenden Fischen haben americanische Vulcane ausgespien. Endlich gehören Kochsalz, Schwefel, Salmiak und Alcalien zu den vulcanischen Producten. Die Menge aller dieser Substanzen ist weit grösser, als die Berge selbst sind.

Die *Crater* der Vulcane sind sehr ungleich an Grösse und Gestalt, verstopfen sich zuweilen und werden neu gebildet, füllen sich bei erloschenen zuweilen mit Wasser und bilden tiefe Seen. Aus allem diesem ergiebt sich, dafs die *Heerde* der Vulcane sehr tief und in ungeheuern Höhlungen befindlich seyn müssen. Sie gehen oft erweislich unter das Meer, und stehen nicht selten mit einander in Verbindung.

Zur Erklärung aller dieser Erscheinungen hat man verschiedene Hypothesen aufgestellt, deren keine aber allen Forderungen Genüge leistet. Dafs sie mit den

Erdbeben genau verbunden sind, ist unbestreitbar. Sonst ist noch das Aufsteigen mephitischer Gasarten und Wasserdämpfe, aus denen unmittelbar Regenschauer und Gewitter gebildet werden, als begleitende Erscheinung anzusehen, auch leidet es keinen Zweifel, daß viele heiße Quellen, namentlich die isländischen ihnen ihren Ursprung verdanken.

§. 246. Ausser diesen geringeren Veränderungen der Erdrinde hat sie weit größere und allgemeinere erfahren, wie hauptsächlich aus dem Vorhandenseyn der verschiedenen Versteinerungen folgt, welche zu erklären man oft, aber stets vergebens versucht hat. Die Hypothese, daß der ganze Erdball, oder mindestens seine Rinde früher flüssig gewesen sey, hat sehr viel für sich, ob aber dieser Zustand durch Wasser oder Feuer bedingt gewesen sey, ist eine oft und lange bestrittene Streitfrage.

Die Erklärung, auf welche Weise die Erde entstanden sey, und durch welche Veränderungen sie allmählig ihre jetzige Beschaffenheit erhalten habe, macht das Object der *Geologie* aus. Von der Beantwortung der ersteren Frage ist man bereits gänzlich zurückgekommen, aber auch die letztere befriedigend zu beantworten scheint dem menschlichen Scharfsinne unmöglich. Es ist daher ohne Zweifel dem Standpunkte und der Bestimmung des Menschen am angemessensten (§. 7.) wo das Wissen aufhört, sich zum Glauben zu wenden, und bei stets fortgesetzter unermüdeter Forschung im Allgemeinen anzunehmen, daß auch unser Wohnort als Theil des unermesslichen Weltalls durch die Allmacht des höchsten Wesens entstanden, und durch verschiedene uns unbegreifliche Catastrophen zum Wohnsitze lebender und denkender, ihn selbst dankbar verehrender Wesen gestaltet sey.

3) Atmosphärologie.

§. 247. Die Luft, oder atmosphärische Luft, welche unsere Erde umgiebt, gehört ihr als verhältniß-

mässig dünne Hülle an, nimmt an ihrer Axendrehung Theil, und bewegt sich mit ihr im Weltraume. Sie wird nach oben stets dünner, ihre Grenze aber ist schwer zu bestimmen.

Die Atmosphäre, eine die Erde einhüllende Dunst-
kugel ($\alpha\tau\mu\omicron\varsigma$ und $\sigma\phi\alpha\iota\gamma\alpha$), besteht aus der sogenannten
Luft oder atmosphärischen Luft, deren wesentliche
Bestandtheile 0,79 Stickgas und 0,21 Sauerstoffgas
dem Volumen nach sind, und enthält ausserdem etwa
0,001 Kohlensäure, eine grössere Menge Wasserdampf
und verschiedene zufällig beigemischte Substanzen.

Wegen der Centrifugalkraft, als Folge der täglichen
Umdrehung der Erde, ist sie unter dem Aequator hö-
her, doch weicht das Verhältniss ihrer Axen wenig
von dem der Erdaxen ab. (§. 205). Da sie nach dem
Mariotteschen Gesetze (§. 52) mit zunehmender Höhe
stets dünner wird, so müfste sie hiernach zuletzt un-
endlich dünn werden, oder unbegrenzt seyn. Sie kann
aber, weil die zu weit entfernten Theile vermöge der
Schwungkraft sie verlassen müfsten, nicht höher als
6,6 Erdhalbmesser oder 5672,7 Meilen seyn. Da sie
aber in 45 Meilen Höhe schon 75 billionenmal dünner
seyn müfste, als an der Oberfläche, mithin in dieser
Höhe nach unsern Begriffen keine eigentliche Luft mehr
wäre, so geht jene Angabe weit über dasjenige hinaus,
was wir suchen.

Aus andern Gründen berechnet man ihre Höhe weit
richtiger zu etwa 28 Meilen. Sie wird aber in einer
Höhe von 7,43 Meilen schon dünner, als in Campanen,
welche mit unsern besten Luftpumpen exantlirt sind,
und hört auf das Licht zu brechen in einer Höhe von
10 Meilen. Diese Höhe, welche mit dem Mariotte-
schen Gesetze genau übereinstimmt, kann auf folgende
Weise gefunden werden. Es sey *Fig. 39 c* das Centrum
der Erde, *ebfd* ein Bogen ihrer Oberfläche, *sh* ein
von der Sonne ausgehender Lichtstrahl, welcher die
Erde in *d* berührt, und von *a* als höchsten reflectiren-
den Lufttheilchen auf die Erde zurückgeworfen wird;

so ist $bad = 180^\circ - 2u$, also $2u = hab$. Es ist aber bei der Kleinheit von asb der Winkel $hab = abs =$ der Neigung der Sonne unter den Horizont bei den letzten Spuren der Abendröthe, nach astronomischen Berechnungen $= 18^\circ$, und die Strahlenbrechung zu $33'$ angenommen $= 17^\circ 27'$; mithin $u = 8^\circ 43',5$, und wenn das gemischtlinige Dreieck abf wegen der Kleinheit des Erdbogens fb als geradlinig angenommen wird, af oder die Höhe der Atmosphäre bis an den höchsten, das Licht brechenden Punkt $= bftang. \frac{1}{2}u$. Nimmt man der Krümmung wegen $\frac{1}{2}u = 4^\circ 22'$; so giebt die Rechnung, wenn die Länge eines Grades 57008 Toisen beträgt (§. 205) af sehr nahe $= 38048$ Toisen oder fast 10 Meilen. Die Höhe, bis dahin, beträgt nur $\frac{1}{86}$ stel des Erdhalbmessers, und die Dichtigkeit der Luft daselbst 0,000156 derjenigen, welche sie an der Erdoberfläche hat.

§. 248. Die Atmosphäre ist der Sitz der zahlreichen meteorischen Erscheinungen, welche allgemeines Interesse erregen. Vorausbestimmungen derselben, oder des Ganges der Witterung werden von gründlichen Physikern immer mehr für unmöglich gehalten, da man sich überzeugt hat, daß die Fixsterne und Planeten gar keinen, der Mond nur einen sehr geringen Einfluß darauf ausüben, die anderweitigen Bedingungen aber viel zu zahlreich und unbestimmt sind.

Man nimmt *Atmosphärologie* und *Meteorologie* meistens für gleichbedeutend, und bedient sich ausserdem der Ausdrücke: *Meteorognosie* und *Meteoromantie*.

Daß die Fixsterne und Planeten keinen Einfluß auf die Witterung haben können, folgt nicht bloß aus der Erfahrung, sondern auch theoretisch aus ihrer Entfernung und der möglichen Höhe ihrer Atmosphären. Der Mond, welcher jeden Tag um die Erde läuft, folglich einen stets regelmässigen Einfluß ausüben müßte, zeigt diesen wirklich in der Ebbe und Fluth. Da sein Licht aber nicht wärmt, eine Atmosphäre ihm überhaupt fehlt, oder sie nur sehr niedrig ist, mithin auf

keine Weise bis an die der Erde reicht; so kann sein Stand gegen die Sonne oder der sogenannte Mondwechsel aufser der §. 241 angegebenen Modification der eben genannten Einwirkung und einer hieraus folgenden unmerklichen täglichen Schwankung der Atmosphäre gar keinen Einfluß auf die Witterung haben, so hartnäckig dieses Vorurtheil von Unkundigen auch gegen alle Theorie und Erfahrung vertheidigt wird.

Die Regeln, wonach sich die Witterung vorausbestimmen läßt, sind sehr zusammengesetzt und durch Oertlichkeiten bedingt, können daher nur durch anhaltende Beobachtungen gefunden werden, weswegen Schäfer, Fischer, Jäger u. dgl. die besten Wetterpropheten sind.

§. 249. Das Barometer ist zwar kein eigentliches Wetterglas §. 53. aber dennoch das vorzüglichste meteorologische Werkzeug, indem es durch seine Veränderungen die in der Atmosphäre statt findenden Schwankungen anzeigt. Die Veränderungen desselben sind theils regelmässige, theils unregelmässige und die letzteren in höheren Breiten am stärksten.

Man kann nicht sowohl annehmen, daß ein *hoher* Barometerstand auf *heiteres* Wetter deutet, als vielmehr, daß starke und schnelle Veränderungen auf veränderliche Witterung schliessen lassen; mit gröfserer Sicherheit aber gehört für Deutschland ein niederer Barometerstand den südlichen und westlichen, ein hoher dagegen den östlichen und nördlichen Winden an, woraus sich indirect auf die Witterung schliessen läßt. Zur Bestimmung des mittleren Barometerstandes werden, hauptsächlich in nördlichen Gegenden, lange dauernde Beobachtungen erfordert, und durch diese lernt man auch almählig am besten von den Veränderungen des Barometers auf die Witterung schliessen.

Unter dem Aequator, und fast überhaupt zwischen den Wendekreisen, vorzüglich auf der See giebt es fast nur regelmässige, eine oder wenige Linien betragende Veränderungen des Barometers, indem dasselbe

des Morgens und Abends nach 9 Uhr den höchsten, Nachmittags und Nachts etwa um 3 Uhr seinen niedrigsten Stand hat. Diese regelmässigen Veränderungen nehmen zwar mit der Zunahme der Breiten ab, und verschwinden unter 75° N. B. gänzlich, sind aber in Deutschland noch wahrnehmbar, und begründen die Witterungsregel, daß beständiges Wetter angedeutet wird, wenn das Barometer um 9 Uhr Morgens anhaltend seinen höchsten Stand hat. Man muß dieses als eine Folge der Einwirkung der Sonne ansehen, ein Einfluß des Mondes dagegen ist kaum wahrnehmbar.

Die unregelmässigen Veränderungen des Barometers nehmen mit den höheren Breiten zu, und gehen in Deutschland bis zu einem Unterschiede des Barometerstandes von 2 Zoll.

§. 250. Die verschiedenen, durch mannigfaltige Ursachen entstehenden Flutungen in der Atmosphäre nennt man Winde, und unterscheidet regelmässige und veränderliche. Zu den ersteren gehört hauptsächlich der Passatwind, dann die Moussons und die sogenannten Land- und Seewinde.

Die Richtung des Windes bestimmt man am besten nach der gemeinen *Windfahne*, welche indess so viel mehrere Grade eines Kreises durchläuft, je heftiger die Stürme sind. Ausserdem herrschen sehr oft in verschiedenen Höhen sehr ungleiche Richtungen der Winde, doch behält der höchste meistens die Oberhand. Je näher an der Erdoberfläche, desto wellenartiger, und von der horizontalen Richtung abweichender wird der Wind.

Die Kraft des Windes ist dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional; letztere aber beträgt bei gelindem Winde etwa 12 Fufs in einer Secunde, bei starkem etwa 40 Fufs, beim Sturmwinde 60 bis 80 Fufs und 120 Fufs erreicht selten der stärkste Orcan. Meistens fängt derselbe da an, wohin er wehet, oder ist negativ.

Unter dem Passatwinde versteht man den auf dem

Ocean von 0° bis 5° *N. B.* herrschenden sehr schwachen, von 5° bis 30° *N. B.* und 1° bis 25° *S. B.* etwas stärkeren, doch aber nur eine Geschwindigkeit von etwa 12 Fufs in 1 Secunde erlangenden Ostwind, welcher an den nördlichen Grenzen nordöstlich, an den südlichen südöstlich wird. Als Ursachen desselben wirken die täglich um die Erde scheinbar bewegten Himmelskörper, Sonne und Mond, durch ihre Anziehung, die Adhäsion der Luft an das gleichfalls nach Westen strömende Meer und die gröfsere Erhitzung unter dem Aequator, wodurch die dortigen Luftschichten in die Höhe steigen, und durch kältere, von den Polen herströmende ersetzt werden, welche letzteren die gröfsere Schwungbewegung der um ihre Axe rotirenden Erde nicht sogleich annehmen, und daher eine dieser Richtung entgegengesetzte erhalten.

Die Moussons, welche an den Küstenländern grofser Oceane mit den Jahreszeiten wechselnd periodisch wehen, werden hauptsächlich durch die Erwärmung grofser Landstrecken durch die Sonnenstrahlen, und das Eindringen der kälteren Luft in die erwärmte erzeugt. Zu ihnen gehören auch die Etesien, Chelidonien und Ornithien der Griechen. Eine ähnliche Ursache erzeugt die in grofsen Meeren bei Tage nach den Küsten, bei Nacht von ihnen herwehenden sogenannten Land- und See-Winde, auch kann man die in höheren Breiten oft sehr anhaltenden Nordost- und Ost-Winde der Frühlinge unter die beständigen zählen.

§. 251. Bei weitem am zahlreichsten sind die in höheren Breiten herrschenden veränderlichen Winde. Sie unterscheiden sich wesentlich durch kürzere Dauer, häufigen Wechsel und eine nicht selten bis ins Unglaubliche steigende Gewalt. Zugleich kann man ihre mannigfaltigen Ursachen nur mit Mühe und in jedem einzelnen Falle überhaupt nicht auffinden.

Hauptsächlich sind die Küstengegenden ihnen ausgesetzt, und zuweilen vereinigen sie sich aus entgegengesetzten Richtungen. Häufig begleiten sie die Gewitter,

und sind meistens eine Folge schneller Abkühlungen und starker wässeriger Niederschläge aus der Atmosphäre.

§. 252. Die sogenannten heißen Winde sind nicht sowohl wegen ihrer Stärke, als vielmehr wegen der erstickenden Hitze, die sie herbeiführen, und ihrer, selbst tödtlichen, Wirkung auf lebende Geschöpfe einer genaueren Untersuchung werth, ohne daß man bis jetzt die eigentliche Ursache dieser letzteren genügend aufzufinden vermogte. Am bekanntesten sind der Harmattan, Sirocco, Chamsin und Samum.

Bloß in den sehr heißen tropischen Gegenden von Africa und Asien herrschen die genannten Winde, auch trifft man ähnliche auf Neuholland. In America fehlen sie wegen der Nähe der See und der hohen Berge.

1) Der *Harmattan* wehet in kurzen Perioden auf der Westküste von Africa, vorzüglich in Senegambien, ist sehr trocken und wegen des mitgeführten feinen Staubes höchst lästig.

2) Der *Sirocco* in Sicilien und Italien, in der Provence unter dem Namen *Mistral* bekannt, und selbst bis nach Deutschland fortgehend, kann als eine Fortsetzung des Harmattan angesehen werden. Weniger trocken und heiß behält er eine höchst erschlaffende Wirkung.

3) Der *Chamsin*, von *Chamsin-Iaum* der Kopten, den 50 Tagen nach den Nachtgleichen, wehet periodisch in der genannten Zeit 2 bis 3 Tage anhaltend, und ist ebenfalls heiß und mit feinem Staube überladen.

4) Bei weitem der furchtbarste ist der *Samum*, *Se-mum*, *Smum* (Gift) der Araber oder *Chàmiélé* (Wind von Syrien) der Türken, wegen seines schrecklichen, oft tödtlichen Einflusses auf lebende Wesen, obgleich er nur wenige Minuten anhält, von Kameelen, Elephanten und andern Thieren vorher empfunden wird, bei Nacht nicht wehet, und auf dem Wasser, so wie an Oertern, die mit Vegetabilien bewachsen sind, seine Kraft verliert. Er wehet in Arabien, Syrien und Me-

sopotamien. Die Ursache seiner tödtlichen Wirkungen liegt vielleicht in aufgenommenen giftigen Dünsten.

Kalte, das Zerspringen der Haut bewirkende Winde giebt es hauptsächlich auf den Bergen von Tibet und in der Wüste Cobi.

§. 253. Das Wasser auf der Erdoberfläche wird durch die Wärme stets in Dampf verwandelt, und die Atmosphäre damit mehr oder minder gesättigt. Wird die Luft abgekühlt, so entstehen durch den Niederschlag desselben die verschiedenen wässerigen Meteore. Als verdichteten Wasserdampf kann man auch die Wolken ansehen, welche hinsichtlich der Höhe, Ausbreitung und Dichtigkeit sehr verschieden sind.

Die Verdampfung des Wassers ist eben so stark als unausgesetzt, indem selbst das Eis stets verdunstet. Sie zu messen bedient man sich der *Atmidometer*, welche aber bis jetzt noch nicht in genügender Vollkommenheit erfunden sind. Der ungenügenden Messungen ungeachtet weiß man indess, daß sie stark genug ist, um die verschiedenen Hydrometeore zu erklären.

Die *Wolken* sind eigentlich hohe, zuweilen abgesonderte, Nebelschichten und Haufen. Sind sie sehr dünn, so wird die ganze Atmosphäre milchig und trübe. Howard unterscheidet sieben verschiedene Arten, nämlich *Cirrus* die Locken- oder Federwolke, *Cumulus* die Haufenwolke, *Stratus* die Nebelschicht, die zwischen beiden liegenden *Cirrocumulus* und *Cirrostratus*, desgleichen *Cumulostratus* und endlich *Cirrocumulostratus* und *Nimbus*, die Regenwolke. Wolken gehen oft so niedrig, daß sie die Spitzen der 500 bis 1000 Fuß hohen Berge berühren, sonst kann man die Höhe derselben zwischen 3000 bis 24000 F. und darüber annehmen. Ihre Ausdehnung, Farbe und Bewegung ist sehr verschieden.

§. 254. Durch die Abkühlung des Wasserdampfes der Atmosphäre entsteht in Gemäfsheit der verschiedenen modificirenden Bedingungen Thau, Nebel, Regen, Reif und Schnee. Der sogenannte Mehlthau oder Ho-

nigthau ist kein atmosphärischer Niederschlag, wahrscheinlich auch nicht der Höhrauch oder trockne Nebel, und auf keinen Fall der sogenannte fliegende Sommer.

Der feinste, nur selten die Luft etwas trübende, Niederschlag ist der *Thau*, welcher dadurch entsteht, daß die in der wärmeren Luft enthaltene Feuchtigkeit sich an die mehr erkalteten Körper anlegt, welche letzteren ihn daher in so größerer Menge annehmen, je leichter und schneller sie erkalten, am wenigsten blanke Körper. Zur Bestimmung seiner Menge dienen die bis jetzt noch sehr unvollkommenen *Drosometer*; er besteht aber aus reinem Wasser mit etwas Kohlensäure.

Verwandelt sich der feine Niederschlag in Wolken, welche die Erde berühren, so nennt man dieses *Nebel*, dessen Aehnlichkeit mit dem Thau auch darin besteht, daß beide Processe Regen verkündigen, wenn sie durch die Bewegung der Luft unterbrochen werden. Am stärksten sind die Nebel über großen Flüssen, wenn die Temperatur der letzteren höher ist als die der Atmosphäre, und an den Küsten der Meere. Ihnen ähnlich sind die einzelnen Nebelwolken an Bergen, das sogenannte *Rauchen der Berge* bei regnerischer Witterung, welches aus örtlicher Wärmeentziehung erklärt wird.

Durch die Vereinigung der Wasserpartikeln zu Tropfen, entsteht der *Regen*, bei dessen Bildung durch Verwandlung des Wasserdampfes in tropfbares Wasser und Verminderung der Temperatur durch die gehemmte Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Erdoberfläche das Volumen der Luftmasse verringert wird, weswegen die höheren, kälteren Luftschichten eindringen, den Proceß des Niederschlages vermehren und zugleich bedeutende Luftströmungen verursachen. Nach der GröÙe der Tropfen und der Ausbreitung des Processes unterscheidet man *Staubregen*, *Landregen*, *Strichregen* und *Platzregen*. Der *glätteisende Regen* macht keine eigene Art aus, sondern fällt aus wärmeren Luftschich-

ten und ist ein sicheres Zeichen bevorstehenden Thauwetters. Die *Tropfen* sind in kälteren Zeiten und Gegenden klein, in den Tropengegenden wohl bis 1 Zoll dick, fallen selten lothrecht, sondern des Windes wegen schief herab, und bringen, vermöge des Widerstandes der Luft durch ihren Fall nur einen geringen Effect hervor. Das *Regenwasser* ist im Allgemeinen rein, enthält nur selten nach anhaltender Dürre etwas *Salpetersäure* und *salzsauren Kalk*, und wirkt wohlthätig auf die Vegetation theils durch seine Menge, theils durch die begleitende Trübung des Himmels und Feuchtigkeit der Luft, welche das Einsaugen in die feinen Gefäße der Pflanzen gestatten. Der Glaube an das Regnen der Frösche beruhet auf einer Täuschung, indem diese Thiere, durch Feuchtigkeit angelockt, hervorkriechen. Indefs werden viele Substanzen durch Wirbelwinde mechanisch fortgerissen, und fallen mit dem Regen herab, als Frösche und Fische, Raupen, Krabben, vorzüglich Blüthenstaub (der sogenannte Schwefelregen), Knollengewächse und Korn, zuweilen erdige Substanzen und Schlamm.

Reif ist gefrorener Thau oder Nebel. *Schnee* entsteht, wenn der Niederschlag der Atmosphäre bei seiner Bildung zu krystallinischen Figuren gefriert, die sich mannigfaltig übereinander legen, und dadurch die vielfach gestalteten Flocken bilden, an denen aber die Krystallform der in Winkeln von 60° vereinigten Nadeln stets sichtbar bleibt. Der feine, pulverartige Schnee der Polargegenden, *Staubschnee* genannt, ist sehr locker, fällt bei heiterem Himmel oft in großer Menge, und ist den Reisenden gefährlich. Der berühmte *rothe Schnee* der Alpen, Pyrenäen und Grönlands, ist durch kleine Saamenkörner gefärbt.

Mehlthau oder *Honigthau* ist ein süßer Saft, welchen die, zuweilen durch den Einfluß der Witterung erkrankten Gewächse ausschwitzen, in welchem sich dann Blattläuse erzeugen, deren süßliche Excremente von den Ameisen begierig gesucht werden.

Der sogenannte *Höhrauch*, *Sonnenrauch*, *Landrauch*, *Heerrrauch*, *Heiderauch*, *trockner Nebel* hat grofse Aehnlichkeit mit dem Nebel über grofsen Städten. In einigen Fällen mag der geringere durch die in der Atmosphäre vorgehende Vereinigung solcher fortgerissener Substanzen erzeugt werden, der bekannte von 1783 war aber ohne Zweifel eine Folge der vulcanischen Auswürfe auf Island.

Eben so weifs man jetzt sicher, dafs der *fliegende Sommer* im Herbst und Erühlinge durch eine Art wandernder Spinnen erzeugt wird.

§. 255. Der schönste und auffallendste atmosphärische Procefs ist das Gewitter, dessen Entstehung aus der starken Anhäufung der Electricität in den oberen Regionen und aus einer Vereinigung derselben beim schnellen Niederschlage der Dämpfe erklärt werden kann. Das Wetterleuchten ist als eine verwandte Erscheinung anzusehen, bei dem Gewitter selbst aber verdienen die Wolken, der Blitz und der Donner eine nähere Berücksichtigung.

Durch den Einflufs der Sonnenstrahlen und der Wärme, hauptsächlich aber die hierdurch erzeugte Verdampfung, wird die Atmosphäre und der in ihr vorhandene Wasserdampf positiv electrisch in einem mit der Wärme des Tages zunehmenden Grade der Spannung, wodurch dann die Erde negativ electrisch werden mufs. Wird der Dampf in den Wolken vereinigt, so häuft sich die Electricität in denselben an, und wird durch fortgesetzten Niederschlag stets neu erzeugt. Ist die Spannung der Electricität geringer, und verbreitet sich diese von einer Wolke in die andere, so entsteht das *Wetterleuchten*, bei vorhandener gröfserer Menge geht der electrische Funken selten zu einer andern Wolke, meistens zur Erde über, und erzeugt den Blitz, welcher stillstehend einem Feuerballe gleichen würde, durch seine grofse Geschwindigkeit aber einen Strahl bildet, in seltenen Fällen als grofse Feuermasse auf die Erde fällt.

Das Elmsfeuer (Castor et Pollux, ignis ex acuminibus) ist ein Ausströmen angehäufter Electricität aus Spitzen, oder ein Einströmen in dieselben, oft von unglaublicher Stärke. Als unmittelbare Folge des Durchbrechens der Luft und anderer Gegenstände erzeugt der Blitz nur einen Knall, ein Prasseln, das Rollen des Donners ist aber eine Folge der Beben der Erde, und fällt daher auf der See und hohen Bergen meistens weg.

§. 256. Den Gewittern verwandt und oft mit ihnen verbunden ist der Sturmwind und die eigenthümliche Art desselben, welche Wasserhosen und Landtromben erzeugt, desgleichen heftiger Regen mit Schlossen und Hagel. Unter die vorzüglichsten Wirkungen des Blitzes gehört das mechanische Zerschlagen vieler Gegenstände, das Schmelzen der Metalle, das Zünden und das Tödten der Menschen und Thiere.

Es ist ohne Zweifel in Folge electricischer Mitwirkung, dafs häufig die Luft an einzelnen Orten und nicht selten bei sonstiger allgemeiner Windstille in eine schnell kreiselnde Bewegung gesetzt wird, und dann im Kleinen als Wirbelwind Staub, Heu und andere leichte Sachen aufhebt und oft in beträchtlicher Höhe fortführt, im Großen aber *Landtromben* bildet, welche Bäume ausreißen, Häuser umstürzen, die schwersten Sachen fortführen, und ihre Wuth nur an starken Mauern und an Bergen brechen. Auf dem Meere und auf großen Flüssen entstehen aus gleichen Ursachen die eigentlichen *Wasserhosen*, deren *süßes* Wasser der stark waltenden Bewegung des Meeres unter ihnen ungeachtet höchst wahrshceinlich atmosphärischen Ursprunges ist.

Die Menge des Regens bei Gewittern ist oft unglaublich, doch geben in mittleren Breiten auch die stärksten selten mehr als 1, 5 Zoll. Sie heißen dann *Platzregen*, und wenn sie noch heftiger sind, *Wolkenbrüche*, meistens mit Hagel verbunden, welchem in der Regel nur wenige dicke Regentropfen vorangehen. Meistens bilden die schmalen, nur kleine Strecken zerstörenden

Hagelwolken kenntliche weisse Streifen in den schwarzen Gewitterwolken, und machen sich schon von der Ferne her durch ein eigenes Rauschen bemerklich, bewegen sich schnell, und kündigen sich durch unaufhörliche Blitze mit minder heftigen Donnerschlägen an. Die kleinste Art nennt man *Schlossen* oder *Graupeln*, kleine weisse Körner etwa von der Grösse einer Erbse, welche vorzüglich im April fallen, und aus zusammengesinterten Schneeflocken entstanden zu seyn scheinen. Die eigentlichen Hagelkörner (an einigen Orten Kiese genannt) sind rundliche Eisstücke mit einem weissen Kern in der Mitte, von der Grösse einer grossen Erbse bis zu der einer geballeten Mannsfaust, doch bestehen die letzteren meistens aus mehreren zusammengefrorenen kleineren.

Man glaubte ehemals, das Tageslicht sey zur Bildung des Hagels nothwendig, allein er fällt, obwohl sehr selten, auch bei Nacht. Ueber die Ursachen seines Entstehens ist man noch nicht einig, weil er in hoher Kälte gebildet werden muss, und im Fallen äusserlich wieder etwas schmilzt. Am wahrscheinlichsten ist es, dass der Wasserdampf in sehr hohen, kalten Regionen niedergeschlagen wird, mit den dortigen kalten Luftschichten herabsinkt, sehr erkaltet in die wärmeren und feuchten Luftschichten kommt, und durch das aus ihnen niedergeschlagene Wasser sich vergrößert.

Man hat viele Beispiele starker *mechanischer Wirkungen* des Blitzes, z. B. dass er die stärksten Bäume spaltet, Felsen zerschlägt; und einmal hat er sogar eine starke Mauer verschoben. Das *Zünden* ist keine Folge der Hitze des Blitzes, da die Electricität an sich nicht warm ist (§. 166) und es also auch keinen sogenannten kalten Schlag geben kann, sondern wahrscheinlich eine Folge seiner chemischen Wirksamkeit. Leicht brennbare Körper werden oft ohne Entzündung durch ihn zerstört, Metalle leiten ihn, wenn sie dick genug sind, sonst aber werden sie geschmolzen und auch wohl verkalt; merkwürdig aber ist, dass in

sandigen Gegenden der Quarzsand durch ihn zu den, mitunter bis 30 Fufs tief in die Erde hinabgehenden *Blitzröhren* geschmolzen wird.

Die Gewitterelectricität hat einen unverkennbaren Einfluss auf den thierischen Organismus, woraus das unangenehme Vorgefühl der Gewitter bei manchen Menschen erklärlich wird. Der Blitz trifft übrigens Menschen und Thiere leicht, und bewirkt Betäubung oder Tod durch Ueberreiz des Nervensystems, zuweilen mit äufsern Verletzungen, Verbrennungen der Haare und Kleidungsstücke, höchst selten aber mit inneren Zerstörungen.

Eine höchst merkwürdige Erscheinung ist der die Blitzschläge begleitende eigenthümliche Geruch, welcher sehr allgemein *schweflich* genannt wird. Sehr wichtig wäre es, erst auszumitteln, ob derselbe wirklich dem von brennenden Schwefel gleicht, und nicht vielmehr brenzlich ist, was den Wirkungen des Blitzes ungleich angemessener seyn würde.

§. 257. Die Gewitter gehören in unsern Gegenden dem Sommer an. Indefs ereignen sie sich nicht blofs im Winter, sondern auch in einigen, namentlich nördlichen Gegenden ausschliesslich in dieser Jahreszeit. Ihre Menge ist in verschiedenen Jahren sehr verschieden.

Nicht sowohl die *Wärme des Sommers* ist eine nothwendige Bedingung der Gewitter, als vielmehr ein *schneller Wechsel der Temperatur*, oder die Mischung ungleich warmer Luftmassen. Daher entstehen sie namentlich an Norwegens Küste, in Kamschatka u. a. a. O. häufig im Winter durch warme Seewinde. In den Tropengegenden sind sie zur Regenzeit sehr häufig, auch erfolgt an den südlichen Küsten Spaniens im Sommer meistens täglich ein Gewitter mit nachfolgendem heiteren Wetter. In der Regel behalten namentlich in Deutschland u. a. a. O. die folgenden die Richtung und den Zug der frühern bei.

§. 258. Die Blitzableiter gewähren ein sicheres Mittel, um die Gebäude gegen das Einschlagen des

Blitzes zu verwahren, dagegen ist es bis jetzt noch nicht gelungen, Hagelableiter oder zureichende Mittel zur Verhütung der nachtheiligen Wirkungen heftiger Gewitter im Allgemeinen aufzufinden.

Nach vielfachen Erfahrungen trifft der Blitz oft grüne Bäume, vorzüglich einzeln stehende Eichen, Heu- und Korn-Haufen, Schornsteine und vorzugsweise die Bogen verfallener Mauern, überhaupt einzeln hervorragende Gegenstände, verfolgt die einmal ergriffenen, vorzüglich metallenen Leitungen oder feuchte Mauern, verläßt aber beide, die erstern jedoch nur dann, wenn sie nicht bis zur feuchten Erde fortgehen, um an nahe stehende Menschen überzuspringen. Dagegen durchbricht der Blitz nie eine trockene Luftschicht von 4 bis 6 Fuß Dicke, und man ist daher mitten im Zimmer, entfernt von Oefen, Schornsteinen, herabhängenden Kronleuchtern, herabgehenden metallenen Glockenzügen u. dgl. besser sitzend als stehend vollkommen gesichert. Zugluft schadet nicht, und freistehende Betten gewähren ein vorzügliches Mittel der Sicherung. Einzelne kleine Metallstücke am menschlichen Körper sind gefahrlos, das feste Verschließen der Fenster und Thüren ist unnütz, Feuer auf den Herden anzuzünden bringt den Häusern und das Läuten der Glocken den Läutenden Gefahr.

Blitzableiter können den Blitz nicht hindern, und seine Ausbrüche nicht aufheben, sondern bloß ihm eine, für die Gebäude unschädliche Ableitung geben. Die hohen, und nach den Weltgegenden gerichteten *Spitzen* derselben sind daher unnütz, wichtig dagegen ist, daß alle Hervorragungen der Gebäude, wenn sie vom Blitze getroffen werden, demselben eine bis zur feuchten Erde herabgehende metallene, hinlänglich starke, Leitung darbieten. Man verfertigt sie aus starken *Eisenstangen*, besser aus Streifen von *Rollblei* oder *Kupfer*, noch besser aus zusammengeflochtenen *Seilen* von *Messing-* oder *Kupferdraht*, welche man auf eine geeignete Weise über die Hervorragungen der Häuser hinzieht, ohne Unterbrechung der einzelnen Theile fest mit ein-

ander verbindet, und zuletzt am besten in mehrere Zweige zerspaltet an der Oberfläche des feuchten Erdbodens ausbreitet. Das Hinführen zu einem vorzüglich tiefen Brunnen ist unnütz, in einiger Hinsicht schädlich. *Hagelableiter* für die Felder giebt es nicht; namentlich beruhen *Lapostolle's* (Strohseile) auf einer einfältigen Täuschung oder offenbarem Betrüge, und auch für die Zerstreuung der Gewitter durch Schiessen sind die Erfahrungen nicht hinlänglich beweisend,

§. 259. Die Anzahl der heiteren, der trüben, nebligen und regnerischen Tage ist schwer bestimmbar. Die Regenmenge ist zwar leicht, die Menge des durch alle atmosphärische Niederschläge erhaltenen Wassers dagegen schwer bestimmbar. Inzwischen ergiebt die Erfahrung so viel, daß dieselben an den nämlichen Orten alle Jahre ziemlich gleich und bedeutend genug ist, um die Entstehung der Quellen und Flüsse daraus zu erklären.

In einigen tropischen Gegenden regnet es sehr viel, in andern gar nicht; z. B. in *Aegypten* ist das Regnen eine Seltenheit, in *Lima* eine ganz unbekannte Erscheinung.

Zur Bestimmung der Regenmenge dient das *Hyetometer* oder der Regenmesser, wozu man jedes freistehende und gegen sonstigen Zufluß gesicherte Gefäß mit gerade aufstehendem Rande und ebenem Boden wählen kann, um die Höhe des Wassers darin nach Zollen zu messen. Um kleine Mengen zu sammeln und gegen den Einfluß der Verdunstung zu sichern, läßt man das Wasser aus dem größern Gefäße in ein kleineres ablaufen, und bestimmt die Höhe mit Rücksicht auf das Verhältniß der Durchmesser beider. Auf diese Weise hat man gefunden, daß die Regenmengen an verschiedenen Orten sehr ungleich sind. Im nördlichen Deutschlande beträgt sie im Mittel von 15 bis 22, im südlichen von 22 bis 28 par. Zoll, in Frankreich von 20 bis 34 Zoll, in den Tropengegenden aber bei 4 bis 5 Regen-

monaten über 100, und zuweilen in einem Tage über 10 Zoll.

§. 260. Durch die Brechungen der Lichtstrahlen in der Luft und den Dünsten entstehen die Morgen- und Abendröthe, in den Regentropfen der Regenbogen mit seinem durch doppelte Brechung gebildeten Schatten, oder Nebenregenbogen. Aehnliche, aber weniger genügend erklärte Erscheinungen sind die Höfe um die Sonne und vorzüglich den Mond, dergleichen die sogenannten Nebensonnen und Nebenmonde.

Die an verschiedenen Orten und verschiedenen Tagen mehr oder minder lebhaften Farben der *Morgen- und Abendröthe*, hauptsächlich Roth, doch auch Gelb und Purpur, Grün aber nur selten und in einzelnen Streifen, erklärt man daraus, daß die rothen und gelben Lichtstrahlen vorzugsweise von den Wolken und der dichteren Luft im Horizonte zurückgeworfen werden.

Die Erscheinung des *Regenbogens* wird aus den Gesetzen der Lichtbrechung vollständig erklärt. Ein von der Sonne *S*. *Fig. 40* ausgehender Lichtstrahl, welcher ohne Brechung im Regentropfen nach *E* gelangen würde, trifft den kugelförmig angenommenen Regentropfen in *d*, und wird hier in die einzelnen Farben zerlegt, deren beide äußerste in der Zeichnung angegeben sind. Die geringste Brechung erleidet das rothe Licht, und nimmt also den Weg *dar*, die stärkste dagegen das violette, welches daher von *d* nach *b* und *o* gelangt; *mn*, mit *SE* parallel, ist die Axe des Bogens, in welchem die Erscheinung wahrgenommen wird, wenn der Winkel *SEo* und *SEr* unverändert bleiben soll. Nimmt man ferner den Tropfen *C* nur so klein an, wie er in der Natur ist, so kann von einem einzigen nicht zugleich der violette und rothe Lichtstrahl im Auge vereinigt werden, sondern die einzelnen Farben kommen von verschiedenen, und für jeden Beobachter von anderen Tropfen; der Winkel, welchen der Lichtstrahl *o* mit *nm* macht, ist $40^{\circ} 16'$, der des Licht-

strahles r beträgt $42^{\circ} 2'$; zu dem Unterschiede beider den scheinbaren Halbmesser der Sonne $\equiv 30'$ addirt, giebt $2^{\circ} 16'$ als die Breite des Bogens, und da der Lichtstrahl v vom Auge aus verlängert unterhalb r liegt, so muß das Roth nach außen, das Violett nach Innen liegend erscheinen. Die Grösse des sichtbaren Bogens hängt von der Höhe der Sonne, dem Standpuncte des Beobachters und der Nähe der Wolke, die Lebhaftigkeit der Farben von der Vollkommenheit der Brechung und dem Einflusse einer schwarzen Wolke hinter dem Bogen ab. Auf gleiche Weise erläutert *Fig. 41* die Entstehung des *Nebenregenbogens* oder Schattens, welcher durch doppelte Brechung entsteht, dessen Farben daher minder lebhaft seyn müssen, auch ergiebt sich leicht, daß bei diesem das Violett aufserhalb, das Roth innerhalb liegen müsse. Die Regenbogen durch den Mond werden auf gleiche Weise erzeugt; sind aber schwächer. Andere Nebenregenbogen und umgekehrte erklärt man aus der vorhergehenden Spiegelung der Sonne im Wasser und aus einer länglichten Figur der Regentropfen.

Die einfachen und doppelten *Höfe* um Mond und Sonne, die *Kronen*, die *Nebensonnen* und *Nebemonde* werden weit weniger leicht aus der Brechung des Lichtes in Dunstbläschen und feinen Eisnadeln erklärt. Eine ohngefähre Ansicht der Höfe und Kronen giebt *Fig. 42* wenn man annimmt, daß das Auge in v parallele Strahlen von dem leuchtenden Himmelskörper aus S und S erhält, woran die einen, indem sie durch einen brechenden Tropfen oder ein Dunstbläschen gehen, in farbige Strahlen abv und aar zerlegt werden, wonach die rothen Strahlen die inneren seyn müssen.

§. 261. Verwandte Erscheinungen, welche gleichfalls durch Zurückwerfung und Brechung des Lichtes erzeugt werden, sind die Spiegelung der Objecte in den Dünsten der Atmosphäre und die sogenannte Luftspiegelung.

Dünste und Nebel reflectiren Bilder der Gegenstände, wie man wahrnimmt, wenn man Abends beim Lampen-

lichte sein Bild im Nebel oder (obwohl selten) selbst in der sehr feuchten Luft des Zimmers erblickt. Auf gleiche Weise liefern auch Wolken eine schwache Spiegelung der Gegenstände, deren Bilder dann zuweilen mit einer Glorie umgeben sind, wahrscheinlich durch Beugung des Lichtes.

Eine sehr interessante, erst in den neuesten Zeiten mehr beachtete Erscheinung ist die sogenannte *Luftspiegelung*, auch *Seegesicht*, *Kimmung*, *Mirage*, *Fata Morgana* (Bilder der Fee Morgana) genannt.

Es ereignet sich nämlich sowohl auf der See, als insbesondere auf weiten sonnigen Ebenen durch die ungleiche Erwärmung der horizontalen Luftschichten, und dadurch bewirkte Krümmung der durchgehenden Lichtstrahlen, daß manche entfernte Gegenstände dem nicht hoch über der Erdoberfläche befindlichen Auge ungewöhnlich hoch zu liegen, zuweilen aber von Wasser umgeben scheinen. Letzteres rührt daher, daß ausser dem in die Höhe gerückten Gegenstande auch Lichtstrahlen von dem, weiter wegliegenden Theile des Himmels in das Auge des Beobachters gelangen, und daher den Schein des umgebenden Wassers erzeugen. Zuweilen erscheinen die Objecte verkehrt in der Luft zu schweben, und nicht selten sind sie doppelt, indem sie sich mit den Spitzen berühren.

Höchst wahrscheinlich gehört die lange bekannte Erscheinung, welche man unter günstigen Umständen an der Küste von *Reggio* beobachtet, und *Fata Morgana* nennt, gleichfalls hierunter. Man sieht nämlich allerlei Gestalten von Häusern, Säulen, Bäumen, auch Menschen und Thieren in der Luft schweben, welche beim Erheben eines leichten Windes sich plötzlich in einander wirren und verschwinden. Muthmaßlich sieht man hierbei entweder durch Brechung des Lichtes die höher gehobenen Küsten von Messina, oder minder wahrscheinlich durch Spiegelung in den Dünsten über dem Meere die Küsten von *Reggio* selbst.

§. 262. Unter die leuchtenden Meteore gehören ferner die leicht zu erklärenden Irrlichter und die Polarlichter, nämlich das Nordlicht und das ihm gleiche Südlicht, welche nach den neuesten Beobachtungen ohne Zweifel für electricisch zu halten sind. Schwieriger ist die Erklärung des viel seltenern Thierkreis- oder Zodiacallichtes.

Die über sumpfigen Wiesen, Kirchhöfen und an Orten mit modernden thierischen Körpern entstehenden, im Finstern sichtbaren hüpfenden Lichtflämmchen, *Irrlichter* genannt, sind ohne Zweifel aus der Erde aufsteigendes Phosphorwasserstoffgas, oder damit vermischte, brennende oder mindestens leuchtende Gasarten.

Die *Nordlichter* gehören den nördlichen, wie die *Südlichter* den südlichen Polar-Ländern an, und wenn sich auch ähnliche Erscheinungen in etwas niederen Breiten zeigen, so wird doch kein eigentliches Nordlicht über Portugal hinaus beobachtet. In Schottland und unter gleichen Breiten werden sie häufig gesehen, in Island erscheinen sie täglich, stehen dort schon in Osten und Westen, und zuweilen, wiewohl schwache, im Süden; in Spizbergen aber sind sie stets südlich, wodurch also ihr eigentlicher Sitz angegeben wird, welcher indess an den Küsten von Nordamerica noch tiefer südlich herabgeht.

Nach den neuesten Beobachtungen fallen alle die vielen Hypothesen, welche man über die Höhe und das Wesen derselben aufgestellt hat, von selbst weg, und man darf es für ausgemacht halten, dafs sie electricische Erscheinungen in den niedrigen Flockenwolken der Atmosphäre sind, welche in der trocknen und kalten Luft der nördlichen Gegenden, wo es keine Gewitter mehr giebt, durch Herstellung des Gleichgewichts zwischen der Electricität der Luft und der Erde entstehen. Dort umgeben sie daher den ganzen Horizont und sind hellleuchtend, im nördlichen Deutschlande aber und unter etwas höheren Breiten erscheinen sie als röthliche, helle

mende Strahlen, welche aus einem dunklen Bogen im nördlichen Horizonte heraufschiefsen, und bei großer Stärke sogar fast das Zenith erreichen. Dafs sie seit dem Anfange dieses Jahrhunderts in den Ländern diesseits des Canals, der Nord- und Ostsee, so selten beobachtet sind, ist allerdings bis jetzt unerklärt.

Ein *Zischen* begleitet dieselben häufig, aber nur dem der stark ausströmenden Electricität ähnlich. Dagegen fällt eine oft behauptete Periodicität derselben und ein Wechsel mit dem Herabfallen der Meteorsteine von selbst weg. Die Magnetnadel wird durch sie gleichfalls afficirt, und in Schwankungen versetzt, oder die Abweichung derselben vermehrt, was sich auf die Erscheinungen des Electromagnetismus zurückführen läfst.

Das *Zodiacal-* oder *Thierkreis-Licht* ist ein zungenförmiger Lichtschein, welcher sich vorzüglich in den Nachtgleichen, bald nach Sonnen-Auf- und Untergang von der Sonne aufwärts durch einen Theil des Thierkreises erstreckt. Dafs die Sonnenatmosphäre sich nicht so weit erstrecken könne, ist jetzt hinlänglich erwiesen. Nicht ohne Wahrscheinlichkeit erklärt man dasselbe aus einer Beugung des Sonnenlichtes um die Erdkugel.

§. 263. Sehr schwierig zu erklären sind die Sternschnuppen, welche von verschiedener Grösse, in ungleichen Höhen und regellos wechselnder Zahl an allen Gegenden des Himmels oft in sehr großer Menge beobachtet werden. Die grössten derselben gleichen sehr den sogenannten Feuerkugeln, welche oft mit einem lauten Getöse verbunden sind, und nicht selten kleinere oder grössere, bis zu den grössten Massen verschiedenartiger sogenannter Meteorsteine auf die Erde fallen lassen, über deren Ursprung man noch keine allgemein angenommene Hypothese aufgestellt hat.

Man unterscheidet die *Sternschnuppen* oder *Sternschüsse* nach ihrer Grösse. Die der ersten und zweiten Grösse haben einen, nach dem Verschwinden der Kugel noch einige Zeit leuchtenden Schweif, oder bilden ohne deutlich getrennte Kugel blofs einen leuchtenden Schweif,

welcher vom äussersten Ende an allmählig verlöscht; die kleineren, bis zur sechsten Grösse und die blofs durch Cometensucher sichtbaren, bestehen aus einer kleinen, bis zu einem blofsen Punkte abnehmenden leuchtenden Kugel. Alle Arten bewegen sich oft mit einer Geschwindigkeit, welche auf 5 bis 6 Meilen in 4" steigt, nach allen Richtungen, und zeigen sich nicht selten in unglaublicher Menge, ohne Einfluss der Jahreszeit oder sonstiger bekannter Bedingungen. Die Art ihrer Entstehung ist äusserst räthselhaft, doch scheint diejenige Meinung noch am meisten für sich zu haben, wonach sie zu den *Feuerkugeln* gehören. Letztere sind von ihnen blofs durch die Grösse verschieden, welche gleichfalls nicht bei allen dieselbe ist, kommen zuweilen so tief herab, daß sie nahe über der Erde hinstreifen, oder zeigen sich und verschwinden in Höhen von 6 bis 60 Meilen und noch wohl darüber. Meistens ist ihre Bahn gekrümmt, zuweilen scheinen sie wieder zurückzuspringen, und sie bewegen sich zwar langsam in der Nähe der Erde, in der Höhe aber gleichfalls sehr schnell. Einige derselben zerplatzen mit einem starken, selbst bis auf mehrere Meilen wahrnehmbaren, donnerähnlichen Knalle, und dann fallen in der Regel die *Meteorolithen* oder *Meteorsteine* mit einem eigenthümlichen Geprassel aus ihnen herab.

Diese letzteren sind gelblich graue, mit einer gestrickten, meistens schwarzen, schlackenartigen, dünnen Rinde überzogene, viele eingesprengte und eingewebte metallische Kügelchen und Blätter enthaltende Steine, und bestehen im Allgemeinen aus Eisen, Kieselerde, Magnesia, Nickel, Chrom, Schwefel, Kalk, Thon, Mangan und noch vielleicht aus anderen in sehr geringer Menge beigemischten Substanzen. Sie sind an Grösse und Menge der Stücke, worin sie im Herabfallen aus der Luft zerspringen, sehr verschieden. Höchst merkwürdig sind die gleichfalls unleugbar aus der Luft herabgefallenen grossen Massen gediegenen *Eisens* mit äusseren blasigen Räumen, worin sich *Olivin* befindet.

Am bekanntesten unter ihnen sind die von Pallas in Sibirien gefundene 1600 Pfund schwere, und die 1751 bei Hradschina vor mehreren Augenzeugen glühend vom Himmel gefallene, 71 Pfund schwere, Eisenmasse.

Anfangs hielt man die Nachrichten bei den alten Schriftstellern von herabgefallenen Steinen für Fabeln, bis die Sache selbst durch die vollständigsten Untersuchungen über allen Zweifel erhoben wurde. Die Steine wurden von einigen für *Auswürflinge* der *Vulcane* gehalten, wogegen aber die Unmöglichkeit solcher Wurfkräfte streitet; andere liessen sie aus dem *Monde* kommen, welches zwar möglich, aber wegen der erforderlichen vielen günstigen Bedingungen höchst unwahrscheinlich ist; die Hypothese einer Entstehung derselben aus der *atmosphärischen Luft* muß zu beinahe unmöglichen Wirkungen ihre Zuflucht nehmen, und es bleibt also noch das Wahrscheinlichste, daß sie *kosmischen Ursprungs* sind, und schon glühend, vielleicht als sehr ausgedehnte Massen an der Grenze der Atmosphäre ankommen. Hiergegen streitet vorzüglich die sehr grofse Zahl der Sternschnuppen, wenn man allen einen gleichen Ursprung mit den grofsen Feuerkugeln beilegen wollte.

§. 264. Das Klima und die dasselbe bedingenden Ursachen haben einen grofsen Einfluß auf die Vegetabilien, und die Beschaffenheit dieser wiederum auf die Animalien. Zugleich läßt sich nicht verkennen, daß nicht sowohl die Meteore, als vielmehr die Temperatur, die Feuchtigkeit der Atmosphäre und sonstige klimatische Bedingungen einen grofsen Einfluß auf herrschende Krankheiten, auf die Gesundheit der Bewohner gewisser Gegenden und sowohl mittelbar als auch unmittelbar auf den physischen und moralischen Charakter derselben haben.

Einige Gegenden bedingen sehr auffallend gewisse Arten von Krankheiten, und verändern den Charakter ihrer Bewohner allmählig sehr bestimmt, andere dage-

gen sind neben verschiedenen anderweitigen Bedingungen, z. B. des Handels, des Wohlstandes, der Cultur, der Regierungsform u. s. w. bloß mitwirkend. Die hieran sich schließende Länder- und Völkerkunde ist ein eben so interessanter als weitläufiger Gegenstand der Untersuchung.

Empfehlungswerthe Bücher.

Eckerle, W. W., kurzer und vollständiger Lehrbegriff der gesammten Gewerbskunde, für den Schul- und Selbstunterricht. 8. 1 Thlr. 6 gGr. sächs. oder 2 fl. 6 kr. rhein.

Was kann zu zweckmäßiger Ausbildung für das Leben in allen Ständen und Verhältnissen dringender nöthig und nützlicher seyn, als die Kenntniß der Gewerbe, durch welche die menschliche Gesellschaft besteht, indem sie ihre Beziehungen begründen und erleichtern und ihre Bedürfnisse befriedigen; ihrer Bestandtheile, Entwicklung und ihres verschiedenen Ineinandergreifens. Wie manche Entbehrung, wie mancher Nachtheil erwächst uns aus dem Mangel dieser Kenntniß, und wie viel leichter würde Mancher seine Lebensbahn machen, wie viel richtiger seine und Anderer Verhältnisse betrachten, wenn er sich diese Kenntniß zur rechten Zeit verschafft hätte. Wie lebhaft muß also bei jedem Denkenden der Wunsch werden, das Versäumte möglichst nachzuholen. Dieses kann auf keine Weise leichter werden, als durch das vorliegende Buch, welches mit seltener Faßlichkeit und Gründlichkeit die Beschreibung und Bedeutung aller Gewerbe von ihrem ersten Ursprung entwickelt und dessen Angaben um so zuverlässiger sind, als der verdiente Herr Verfasser durch seine *Naturlehre* für den Schul- und Selbstunterricht sich als genauen Kenner aller Elemente bereits bewährt hat. Es ist aber ein besonders wichtiger Punct der Berücksichtigung für Lehrer und Vorsteher von Lehranstalten jeder Stufe, durch Beihilfe dieses Buches die Kenntniß der Gewerbskunde ihren Zöglingen möglichst zeitig und zweckmäßig beizubringen, und wir können uns in Rücksicht seiner Anwendbarkeit auf die gute und vielseitige Aufnahme der von dem Herrn Verfasser herausgegebenen *Naturlehre* etc. berufen, über welche kurz nach ihrer Erscheinung drei der geachteten kritischen Institute ein höchst beifälliges Urtheil ausgesprochen haben. Auch sind bereits über diese Gewerbskunde zwei sehr gehaltvolle und gediegene Urtheile erschienen welche das, was wir hier aus eigener Ueberzeugung gesagt, vollständig und ausführlich bestätigen; das erste in den *Heidelberger Jahrbüchern der Literatur* 1823 Nr. 9. und das zweite in *Strassers Monatsblatt für deutsche Volksschulen* 1823. Nr. 2.

Vor- und Nachschule des geographischen Unterrichts für die Jugend und zur Wiederholung für Erwachsene von M. Desaga. 8. 24 kr. rhein. 6 ggr. sächs.

Wir dürfen auf die ausgedehnte Anerkennung der von dem Herrn Verfasser herausgegebenen *deutschen Sprachlehre*,

von welcher in kurzer Zeitfrist vier Auflagen erschienen sind, seiner Anleitung zum Kopfrechnen und zum schriftlichen Rechnen bauen, indem wir das Publicum mit diesem neuen Geschenk seiner Feder bekannt machen, und dürfen auch für diesen viel bearbeiten und zum allgemeinsten Bedürfnis gewordenen Zweig des menschlichen Wissens, seinem Büchlein den Vorzug versprechen, welchen die faßliche Darstellung und Gründlichkeit seinen übrigen verschafft haben. Der Preis ist so billig gesetzt, daß auch der wenigst Bemittelte ihn leicht erschwingen kann, und dennoch werden wir bei directen Bestellungen von wenigstens 12 Exemplaren noch besondere Erleichterungen eintreten lassen.

Desaga, M., deutsche Sprachlehre für Lehrende und Lernende, in Verbindung des Lehrstoffs mit zweckmäßigen Uebungsaufgaben. Vierte vollständigere und zweckmäßiger geordnete Auflage. Mit einer kurzen Prosodie von Fr. H. Bothe. gr. 8. 12 gGr. sächs. 54 Kr. rhein.

Unerachtet so manche achtungswerthe deutsche Sprachlehren bestehen, so manche mehr oder minder zweckmäßige mit Recht oder Vorurtheil begünstigt und bis zur Unzahl consumirt werden, unerachtet Herr Pfarrer Brandenburg in der Schweiz sich von dem Werthe und der Anerkennung der obigen einen bedeutenden Theil durch eine den Vorwurf des Nachdrucks weit hinter sich zurücklassende Industrie zuzueignen versuchte, indem er nach der Vorrede zu

seinen Grundlehren der deutschen Sprache zwar nur nach vielfältigen Aufforderungen sich entschloß, eine zweckmäßigere Sprachlehre aufzustellen, als wir sie bisher erhalten; diesen Zweck sich aber laut Jenaer Literaturzeitung 1822. Erg. Blätter Nr. 42. durch wörtliche Copie von Desaga ungemein erleichterte; ist doch seit 5 Jahren eine sehr bedeutende Anzahl der vorhergegangenen Auflage von Desaga deutscher Sprachlehre auf den verschiedensten Puncten von Deutschland, ohne allen Einfluß und Vergünstigung vergriffen, und diese neue Ausgabe nöthig geworden.

Dieser Erfolg ist für den verdienstvollen Herrn Verfasser die angenehmste Belohnung, und hat ihm auch die lebhafteste Aufmunterung gegeben, für Verbesserung und Vervollständigung dieser neuen Ausgabe noch den möglichsten Fleiß anzuwenden.

Wir dürfen sie daher mit dem vollsten Vertrauen dem Publicum übergeben, und es hat sich auch der Verleger zur Angelegenheit gemacht, durch schönen Druck, gutes weißes Papier und einen fast über Verhältniß wohlfeilen Preis ihre Anschaffung angenehmer und leichter zu machen.

Eine erwünschte Zugabe wird die beigefügte Prosodie von

dem berühmten Metriker Bothe seyn, und ein Beitrag, die Anwendbarkeit dieser Sprachlehre allgemein zu machen. Die günstigen Beurtheilungen der früheren Ausgaben sind auch für diese neue bereits in den Jahrbüchern der deutschen Volksschulen 4. Bd. 2s Hest auf eine ausgezeichnete Weise bestätigt.

Desaga, M., gründliche Anleitung zur Kopfrechnung, in 2 Abtheilungen, deren erste die Anleitung, die zweite 286 ausgerechnete Beispiele enthält. 8. 9 ggr. oder 36 kr.

Der Herr Verfasser durch seine bereits in mehreren Auflagen erschienene teutsche Sprachlehre schon vortheilhaft bekannt, bewährt auch hier wieder sein ausgezeichnetes Talent, den Gegenstand so darzustellen, daß er ohne Umschweife auch der mäßigsten Fassungskraft deutlich werden muß. Dieß ist gewiß beim Kopfrechnen durch die erleichterte Anwendbarkeit auf alle Verhältnisse des Lebens ein sehr wesentlicher Vorzug, welcher in dem vorliegenden Werkchen noch dadurch gehoben wird, daß die richtige Entwicklung der Grundsätze jeder Oberflächlichkeit vorbeugt. Wie nützlich übrigens die Kenntniß und Fertigkeit des Kopfrechnens ist, ist allgemein bekannt, und wir dürfen daher dem Büchlein bei dem geringen Preis recht viele Käufer versprechen.

Desaga, M., gründliche Anleitung zum schriftlichen Rechnen für Schulen und zum Selbstunterricht. 23 Bog. 8. 1 Thlr. sächs. oder 1 fl. 45 kr. rhein.

Der Name des Herrn Verfassers ist durch seine deutsche Sprachlehre, durch seine Anleitung zum Kopfrechnen, so vortheilhaft begründet und so vielseitig verbreitet, daß wir schon auf die Angabe des Titels von diesem neuen Rechenbuche einen recht häufigen Wunsch nach seinem Besitze voraussetzen dürfen. Es wird aber auch in seiner Eigenschaft als ein neues Rechenbuch selbst für Besitzer anderer guter Rechenbücher ein besondern Werth haben, da der eigene, gründliche und für jede Fassungskraft berechnete Gang des Herrn Verfassers ihm einen unfehlbaren Vorzug sichert; und indem es ein Hülfsmittel für den Unterricht von den ersten Anfangsgründen bis zu den höhern Rechnungsarten bietet, ist es zugleich durch den Reichthum der Beispiele, durch die anschauliche Vergleichung der verschiedene Berechnungsweisen, ein vortreffliches Uebungsmittel für denjenigen, der den empfangenen Unterricht für sich selbst fortsetzen und fester begründen, oder, der durch andere Lebensverhältnisse zerstreut und abgeleitet, denselben sich aufs Neue einprägen will. Ja, wer selbst aller Gelegenheit zu einem ordentlichen Unterrichte entbehrte, würde, wenn ihm nur nicht die allernatürlichste Begriffsfähigkeit ab-

ginge, sich denselben durch Hülfe dieses Buchs verschaffen können.

Dadurch, daß die Aufgaben und Beispiele in allen Maafs-, Münz- und Gewichtfüßen aufgestellt sind, ist das Buch auch überall gleich anwendbar.

Die für dasselbe von dem Herrn Verf. ausgearbeiteten Uebungsaufgaben werden zwar von keinem Besitzer gerne entbehrt werden, doch sind sie zur erleichterten Anschaffung besonders gedruckt, und können also eben sowohl mit der Anleitung zugleich, als später bei vorgerückter Fähigkeit angekauft werden; so wie sie auch einzeln als Uebungsbuch ihren Zweck nicht verfehlen werden. Als eine angenehme Zugabe befindet sich dabei eine tabellarische Uebersicht aller europäischen Münzen, der meisten deutschen und französischen Gewichte und Maafse. Der Preis derselben ist 9 gGr. sächs. oder 36 kr. rhein.

Q. Horatii Flacci opera, ad MSS. codd. Vaticanos, Chisianos, Angelicos, Barberinos, Gregorianos, Vallicellanos aliosque plurimis in locis emendavit, notisque illustravit, praesertim in iis quae Rom. antiquitates spectant Carolus Fea, Ictus, Bibliothecae Chisianae, et Rom. antiquitatum Praefectus. Denuo recensuit, adhibitisque novissimis subsidiis curavit F. H. Bothe, Dr. Phil. etc. 2 Volumina 71 Bogen. Ausgabe auf schön weifs Druckppr. Mit neuer Schrift. Ladenpreis 5 Rthlr. 4 ggr. sächs. 8 fl. rhein.

Das Verdienst der Fea'schen Ausgabe des Horaz ist anerkannt. Fea ist Italiener, in Rom erzogen, mit jedem Punkt seines schönen Vaterlandes durch einige Anschauung bekannt; er bekleidet die Aemter eines Präfect der Alterthümer und der Bibliothek Chigi zu Rom, ist Rechtsgelehrter und sachkundiger Herausgeber von Winkelmann's Geschichte der alten Kunst. Unter jedem dieser Gesichtspunkte eignet er sich bei seinem freimüthigen und im Ganzen sehr gesunden Urtheil zu einem Herausgeber des Horaz, und es war besonders seit F. A. Wolf's ausgezeichneten Empfehlung dieser Ausgabe in den liter. Analecten 2tes Heft ein fast allgemeines Verlangen darnach entstanden.

Wenn nun gleich die Liebhaber zunächst den Fea'schen Text hier erhalten, so hatte der deutsche Herausgeber doch Zeit, mehr zu geben, und er glaubte sich dazu verpflichtet, da ihm theils neuere Hülfsmittel zu Gebote standen, besonders Vanderbourg und Heindorf; theils Fea, trefflich im Ganzen, doch im Einzelnen irrt und mangelhaft ist. Es wurden daher die Anmerkungen und Berichtigungen des Herausgebers und *Johannes Georgii Graevii Scholia in Horatii odarum libros duo priores nunc primum edita* in einem besondern Bande hinzugefügt, in Rücksicht dessen, so wie alles Obigen wir uns, zur Bestätigung auf die, in Nr. 44 der Heidelber-

ger Jahrb. vom Jahr 1820 abgedruckte ausführliche Recension des ersten Theils beziehen, mit welcher man auch die Beurtheilungen in den Göttinger Anzeigen 1820, 163 St. und im Leipz. Allgem. Repertor. der neusten in- und ausländ. Litt. 1820. Bd. 2 St. 1, und über den 2ten Band Nr. 62. der Heidelb. Jahrbücher von 1821. und des Leipz. Repert. 1821. 4. Bd. 1. St. vergleichen kann.

Virgilius Virgilianus, sive Quaestio de Virgilii locis dubiis aut corruptis. Accedit Index in quo Poetae omnis cum rerum sum verborum antiquitas proprietatesque breviter explicatur. Scrips. Fr. Henr. Bothe. 8. 15 ggr. sächs. oder 56 kr. rhein.

Ein Wort- und Sachregister über den vielgelesenen Virgilius ist ein oft und allgemein gefühltes Bedürfnis, dessen Befriedigung hier gewiss von den würdigsten Händen geboten wird. Der berühmte Herr Verfasser hat sich zwar eben um der allgemeinen Anwendbarkeit willen auch in der Ausdehnung beschränkt; doch wird kein Leser des Virgil das Wesentliche und Nöthige vermissen, und der durch den geringen Preis erleichterte allgemeine Eingang von dem entschiedensten Nutzen seyn. Wir glauben daher besonders, daß Lehrer an Anstalten, wo der Virgil gelesen wird, das Büchlein gerne ihren Zuhörern in die Hände geben werden, um die Erklärungen in Zeit und Materie zu erleichtern und sicher zu stellen. Beigefügt sind kritische Untersuchungen verderbter und streitiger Stellen, um die allgemeine Aufmerksamkeit von neuen darauf zu heften.

Muster und Uebungsblätter zur Bildung des Ausdrucks und Geschmacks. Mit einer Methodik als Anhang von Carl Schüelein, Professor am Lyceum zu Speier. gr. 8. 23 Bog. 1 fl. 45 kr, rhein. 1 Thlr. sächs.

Nicht eine der gewöhnlichen und so häufigen Anthologien, Deklamationsübungen und Theorien wird dem Publicum hier geboten; sondern eine durch den seltensten Geschmack und Scharfsinn und durch eine überraschende Fülle von Belesenheit ausgezeichnete Mustersammlung dessen, was vom Alterthum und aus der neusten Gegenwart zu kennen, zu bewahren und zu nützen wünschenswerth und zuträglich ist fürs Leben in seiner bessern Richtung. Jede Stufe der Empfindung, und jedes einzelne Gefühl finden darin einen erhebenden Anklang; doch wird nicht eine weichliche Nahrung der Empfindsamkeit, sondern zugleich eine die Kräfte des Geistes und der Seele entwickelnde und stärkende Ausbildung von Urtheil und Geschmack um so sicherer der Erfolg seyn; als die Regel sich aus dem Genuß entwickelt, und pedantische Abstraktion gänzlich fern gehalten ist. Die gewonnene Bekanntschaft wird noch besonders in so ferne lohnen, als so manchmal bei dem Genuß guter Gedichte und Lesestücke die Kenntniss ihrer Schöpfer

eben so ungerne vermisst, als dieser Genuss durch den Mangel an gehöriger Vorbildung und richtiger Anleitung verkürzt und verkümmert wird. Für Jung und Alt, für den Greis, der sich die Welt im Rückblick auf das eigene Leben gerne beschaut; für den Mann, der von den Eindrücken des Augenblicks gefasst und gestört, oft eine Berichtigung seiner Ansichten bedarf; für die Jugend, die für so manche in der Brust erwachende Empfindung den Ausdruck sucht, für heranwachsende Knaben und Mädchen selbst, in denen der emporkeimende Trieb nach dem Höheren seine Richtung erhalten soll, ist das Buch nach unserer vollen Ueberzeugung eine reiche Quelle des Genusses, der Belehrung und Erhebung und wir empfehlen es daher ebenso wohl für die Schule als für das Leben; besonders auch als eine angemessene Festgabe, mit dem Wunsche, dass unsere Ueberzeugung sich recht vielseitig verbreiten möge.

Neumann, C. Fr., (Professor an der Studienanstalt in Speyer)
Übungen zum Uebersetzen vom Deutschen ins Griechische, nach den Paragraphen der Buttmann'schen Grammatik. 8. 54 kr. rhein. 12 ggr. sächs.

Der Herr Verfasser, der sich als gründlichen Philologen vor dem literarischen Publikum, und als wackeren Schulmann in seinem Amte schon bewährt hat, hat seinem Lehrbuch den Vorzug gegeben, für alle Theile der Etymologie Beispiele aus den Clasikern auszulesen, und in dem er dadurch den Schüler schon von den Elementen an mit denselben gewissermaßen vertraut macht, hat er besonders durch angemessene Anordnung die Aufmerksamkeit festzuhalten und allen mechanischen Schlen-drian zu beseitigen und zu vermeiden gestrebt. Wir dürfen daher zum allgemeinen Besten wünschen, dass sein Zweck recht vielfache Unterstützung finde.

Mone, F., **Einleitung in das Nibelungenlied**, zum Schul- und Selbstgebrauch. gr. 8. 1 fl. 6 kr. rhein. oder 18. ggr. sächs.

Wie wichtig das Nibelungenlied für die deutsche Geschichte, wie anziehend sein Inhalt ist, beweist das allgemeine Interesse und das rege Streben, mit welchem es von gründlichen Männern bearbeitet ist. Noch ist aber für viele Gebildete der Wunsch übrig geblieben, dazu eine Einleitung zu erhalten, welche die historischen Begriffe des Gedichtes fest stelle, das Verständniss der Sprache erleichtere, und dadurch auch seine Schönheiten erkennen lasse. Das Ganze zerfällt in zwei Hauptstücke. Im ersten werden die Quellen und Hülfsmittel des Liedes angegeben: dann folgen Abhandlungen über die Sprache, den Namen, Dichter, und Alter desselben. Im zweiten Hauptstück wird die geschichtliche und mythologische Erklärung desselben abgehandelt; so dass die Schrift nicht nur zur eigenen

Belehrung und Unterhaltung sondern auch als Leitfaden bei Schul- und Erziehungsanstalten sehr willkommen seyn wird. Wenn in dieser Beziehung wenigstens 12 Exemplare zugleich bestellt werden, so soll jede Buchhandlung in den Stand kommen, dieselben für 9 fl. 36 kr. rhein. oder 6 Thlr. sächs. zu liefern. Im Einzelnen ist keine Preisverminderung möglich.

Des Quintus Horatius Flaccus erster Brief des zweiten Buches, erklärt von Carl Zell. 8. 8 ggr. sächs. oder 30 kr. rhein.

Der Herr Verf. hat diesen interessanten Brief ausgewählt; nicht nur, um ihn als Probe einer künftigen allgemeinen Bearbeitung vorzulegen, sondern auch, um für Lehranstalten aus dem beliebten Dichter ein vorzügliches Stück auszuheben, welches durch seine vielseitige Beleuchtung sowohl für die Sprache, als auch für Geist und Geschichte reichen Gewinn bietet. Es wird daher gewiss mit entschiedenem Beifall und um so leichter aufgenommen werden, da der geringe Preis die Anschaffung allgemein möglich macht.

Julii Phaedri fabulae nuper publicatae in Italia, quas emendatius edidit animadversionibusque instruxit Frid. Henr. Bothe. 12. geh. 9 ggr. sächs. oder 36 kr. rhein.

Die Fabeln des Iulius Phädrus, die einst Dorville für Burmann etwas eilfertig abschrieb, und neulich Cassito zu Neapel und Eichstädt in einem akademischen Programm einzeln abdrucken ließen, sind begreiflicher Weise auf keinem dieser Wege so weit unter uns verbreitet worden, als sie wegen ihres im Ganzen bedeutenden Werthes verdienen. Theils deshalb, theils aber auch, weil noch gar Manches darin zu bessern war, unternahm der Herausgeber seine Arbeit, und übergibt sie Kennern und Liebhabern mit dem Bewußtseyn, nichts versäumt zu haben, was er für dienlich hielt, diese Phädrischen Fabeln und Erzählungen zu empfehlen. Sie werden Liebhabern Vergnügen, und zur Lesung in Lehranstalten einen neuen Reiz gewähren. Das Aeussere ist nach Erforderniß des Gegenstandes gefällig, und der Preis nach diesem Verhältnisse möglichst billig.

Briefe über Homer und Hesiodus, vorzüglich über die Theogonie, von Gottf. Herrmann und Friedr. Creuzer. 8. 1 fl. 54 kr. oder 1 Rthlr. 4 ggr.

Die würdigen und berühmten Verfasser haben hier in freundlicher Mittheilung ihre Ansichten gewechselt, und dadurch dem Forscher und Dilettanten das hochwichtige Studium des so tiefgehenden Mythos nicht nur erleichtert, sondern höchst anziehend gemacht. Dankbar müssen wir ihnen erkennen, daß sie einen Gegenstand, der sonst in gelehrten Abhandlungen besprochen, nicht erschöpft wurde, und doch jetzt durch die

herrlichen Uebersetzungen von Vofs die Angelegenheit jedes Gebildeten geworden ist, in die Sprache des Lebens übertragen, und zugleich die gründlichsten Aufschlüsse gegeben haben. Das Buch wird daher dem Gelehrten von Beruf sowohl, als dem Leser der Uebersetzungen ein höchst willkommener Commentar seyn, der den kleinen Zusatz der Auslage reichlich belohnt.

Gebhard, Fr., (Pfarrer in Mittelschefflenz und Mitglied des großh. bad. landwirthschaftlichen Vereins) vollständige Anleitung zur Obstbaumzucht, aus mehrjährigen eigenen Erfahrungen gesammelt und für Landwirthe und Liebhaber zum Selbstunterricht, so wie zum Unterricht der Jugend herausgegeben. Mit 3 Tafeln Abbildungen in Steindruck. 8. 12 ggr. sächs. oder 54 kr. rhein.

Es ist zu allgemein anerkannt, welchen wesentlichen Beitrag zur Wohlfahrt des Landmanns und Gutbesizers die Obstbaumzucht liefert, als daß es nicht die dringendste Angelegenheit aller Behörden, und besonders der Vorsteher von Lehranstalten seyn sollte, ihre Kenntniß zu verbreiten. Indem nun der Herr Verfasser, selbst Besitzer einer blühenden Obstbaumschule, in dem vorliegenden Werkchen dafür einen äußerst zweckmäßigen Leitfaden liefert, giebt er auch jedem Einzelnen, dem Landwirthe und dem Liebhaber, darin Gelegenheit, sich mit allen Bedingungen einer gedeihlichen Obstbaumzucht von den ersten Anfangsgründen an bekannt zu machen. Mit Benutzung seiner Vorgänger in diesem Fache hat er seine eigene Erfahrungen darin getreulich niedergelegt, durch welche es ihm gelungen ist, seine eigene Anstalt zu einem sehr bedeutenden Ertrag zu bringen.

Wie er sich selbst das Verdienst macht, der Jugend seiner Gemeinde nach diesem Leitfaden einen regelmässigen Unterricht zu geben, so muntert er in der Vorrede hierzu allgemein auf, und wir werden dieses durch die möglichst billigen Bedingungen zu erleichtern suchen, wenn zur Anwendung des Büchleins für diesen Zweck dasselbe in gröfserer Anzahl bestellt werden wird.

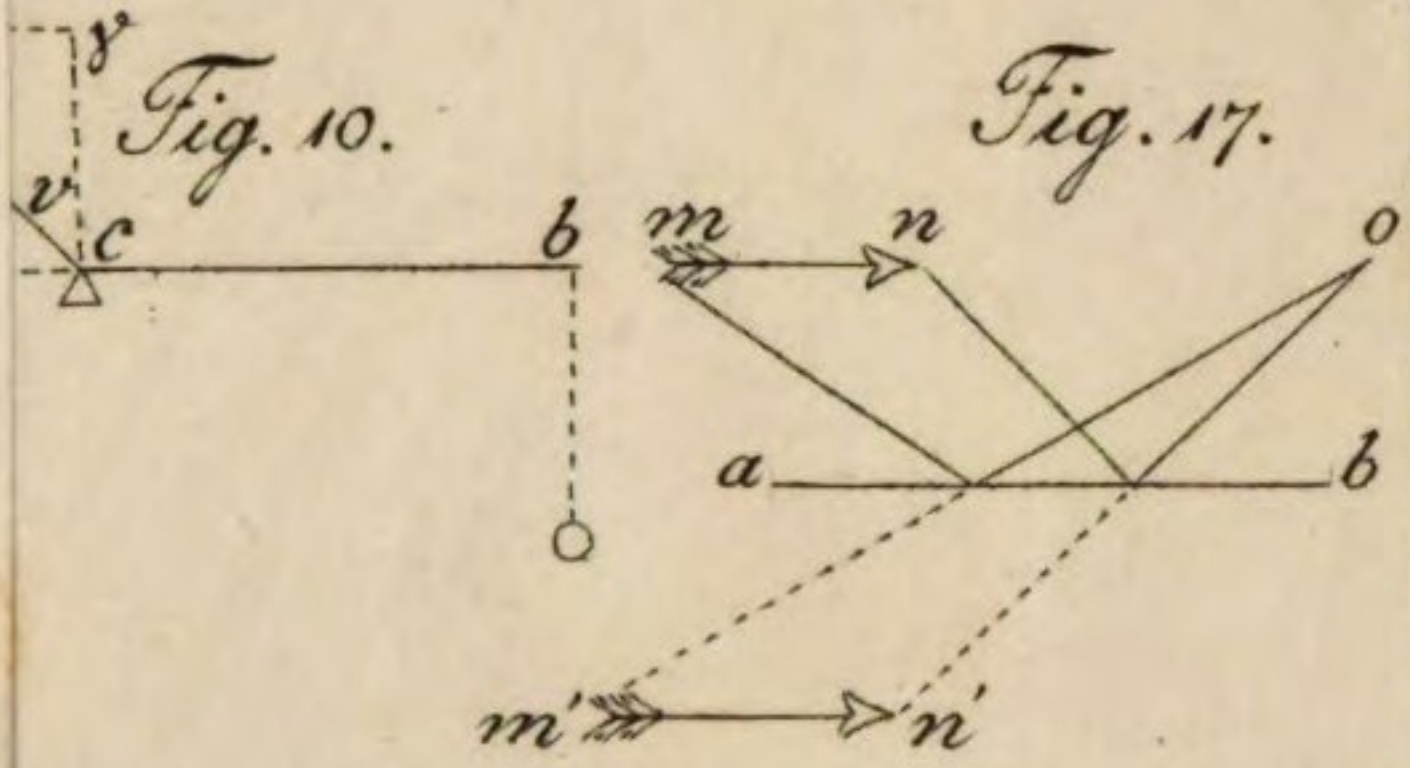
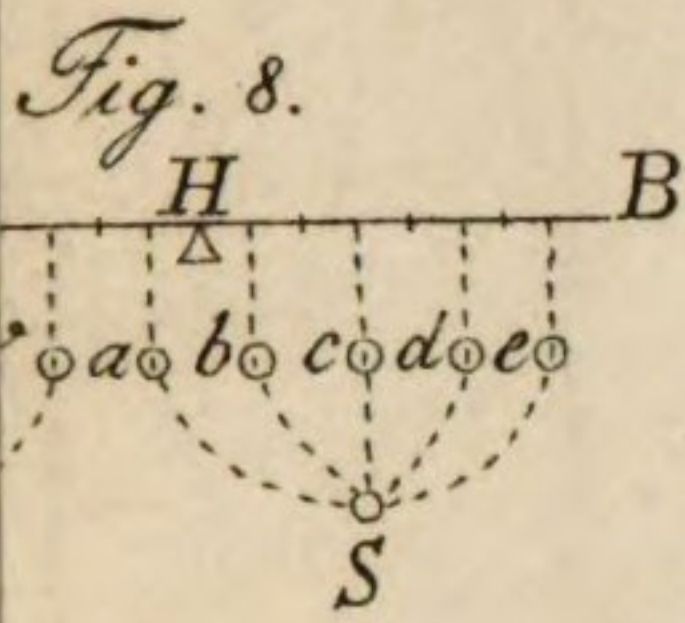
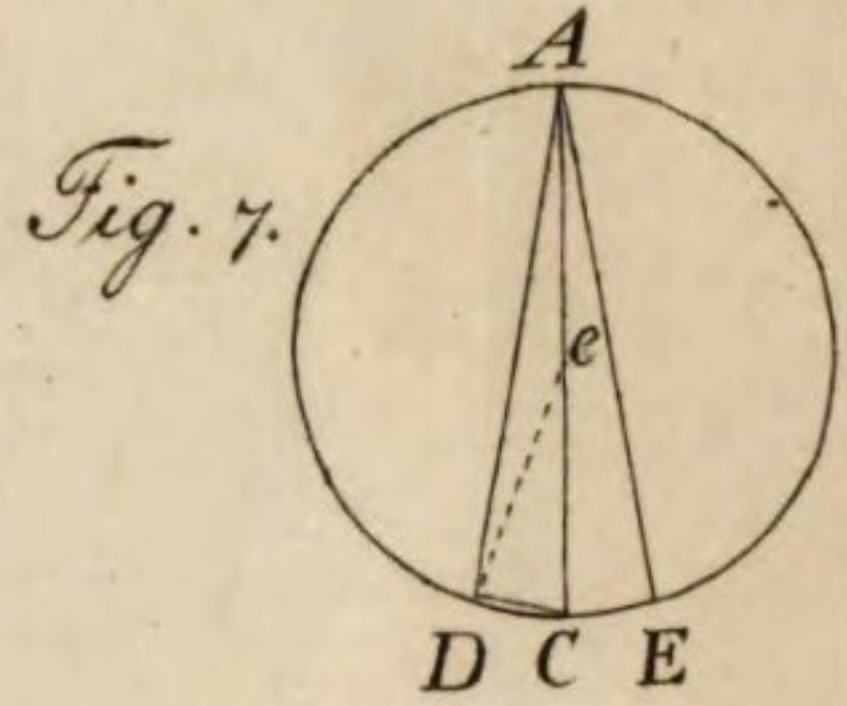
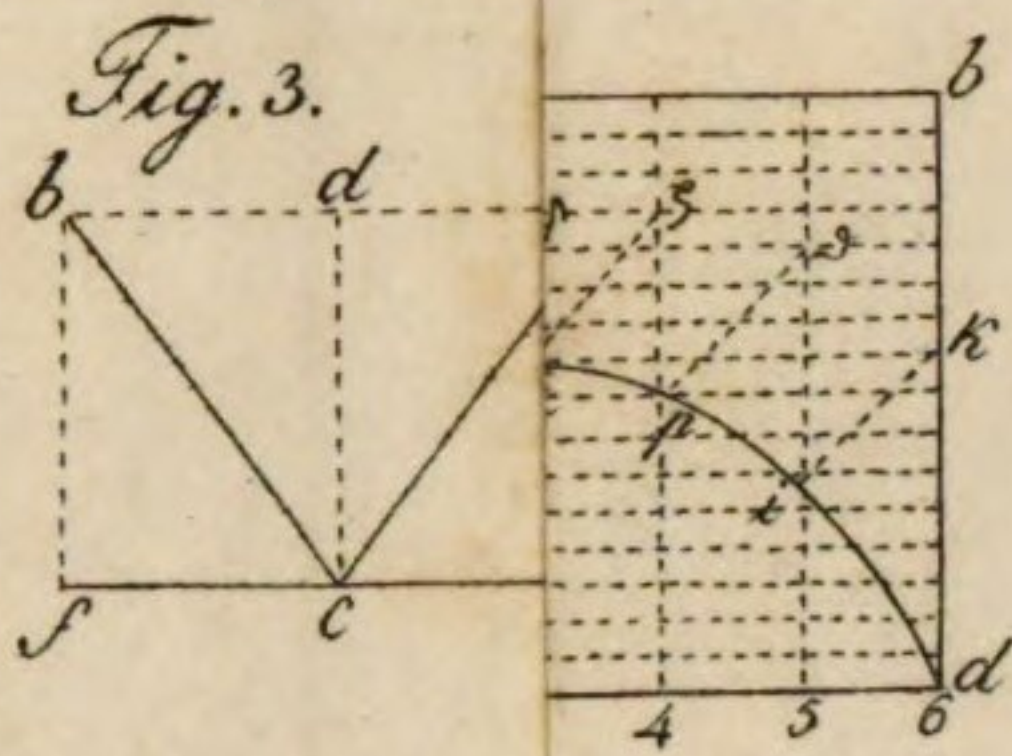
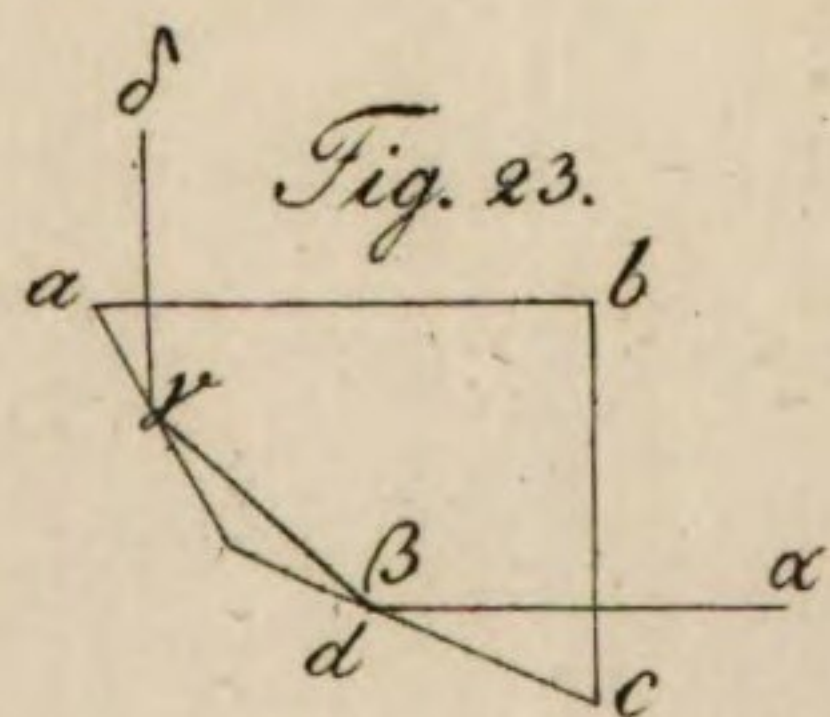
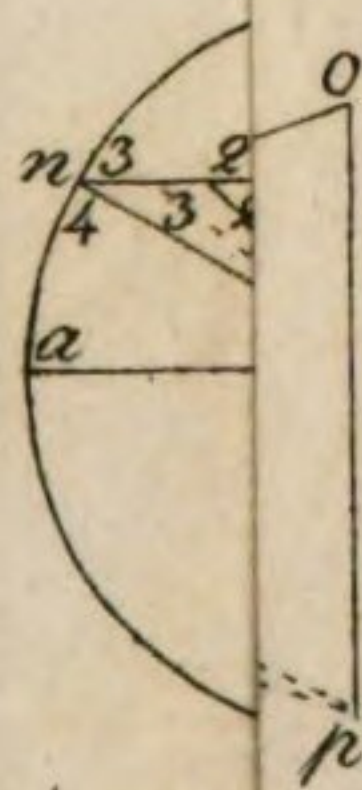
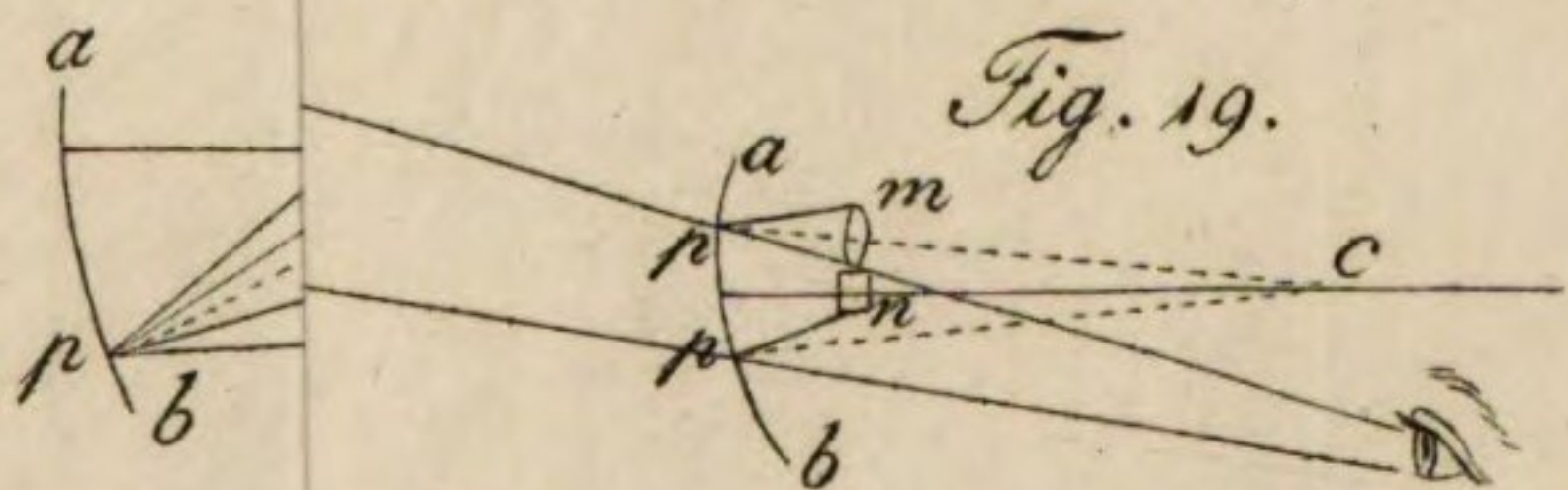
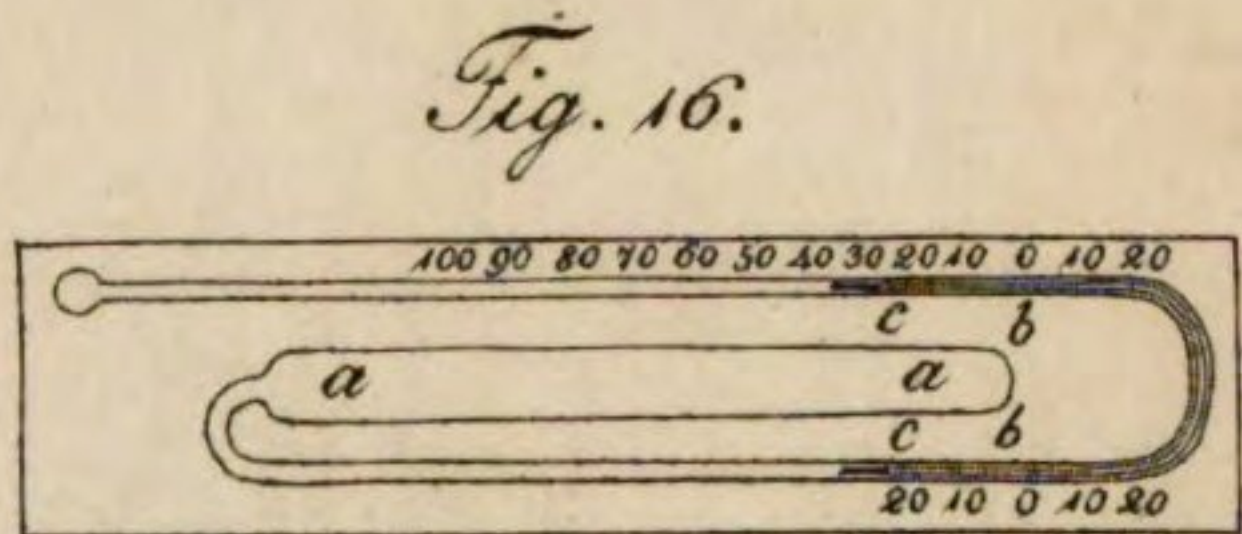
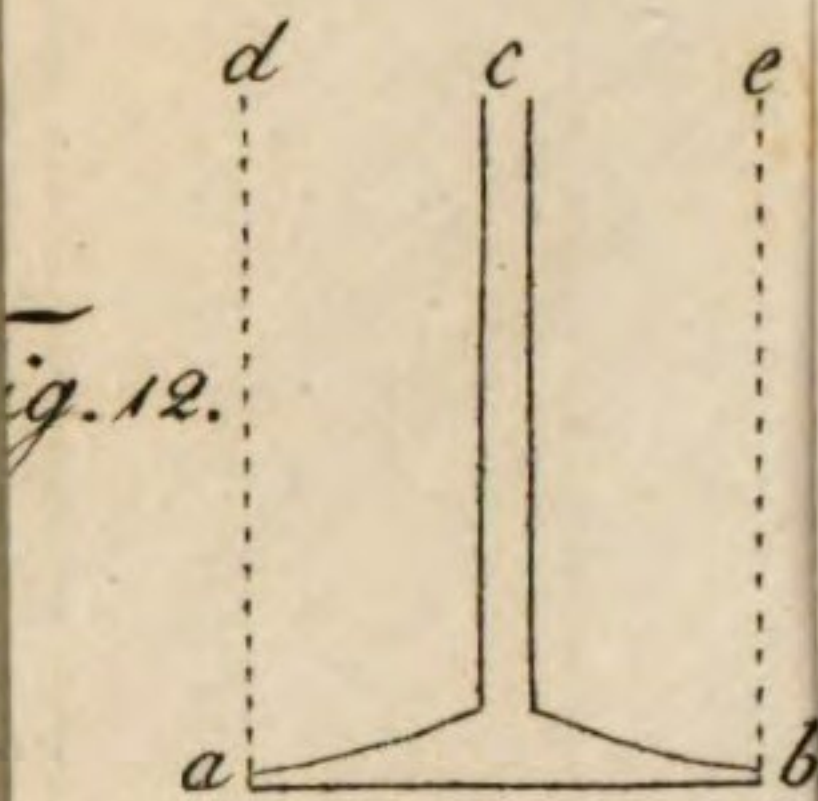
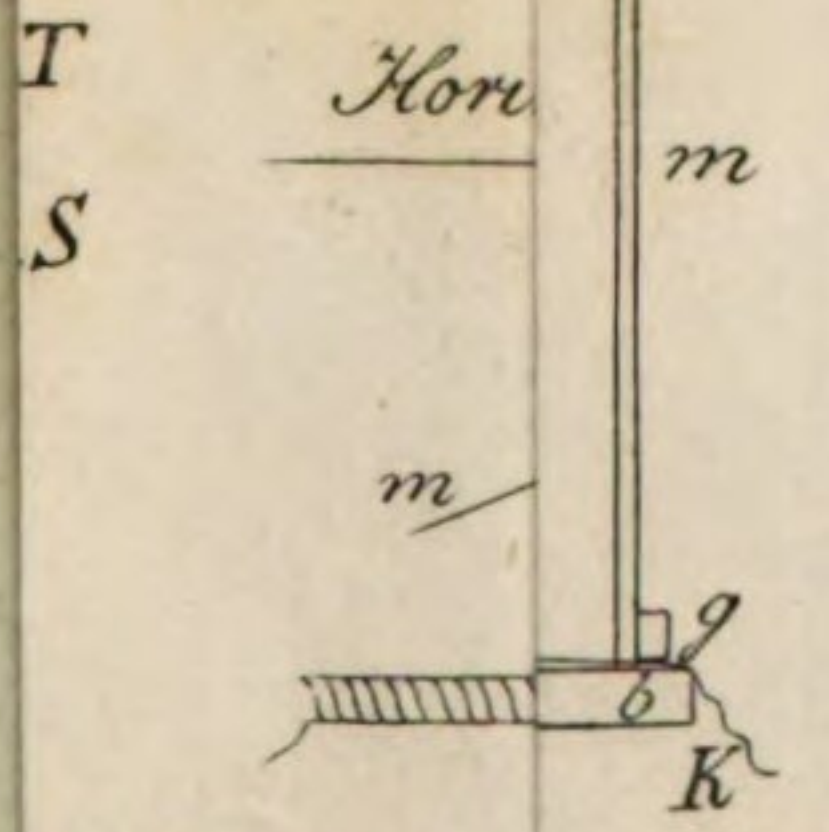
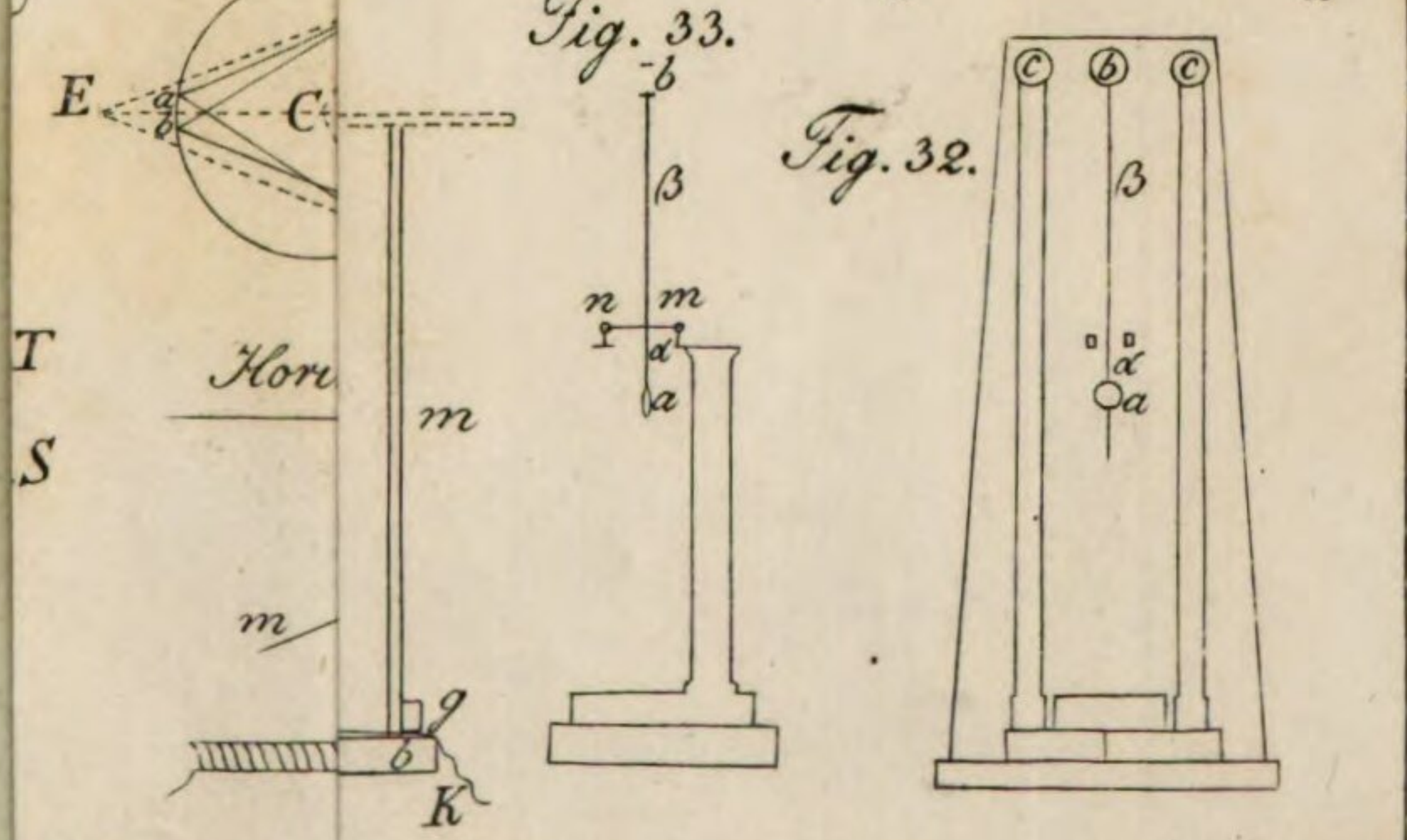
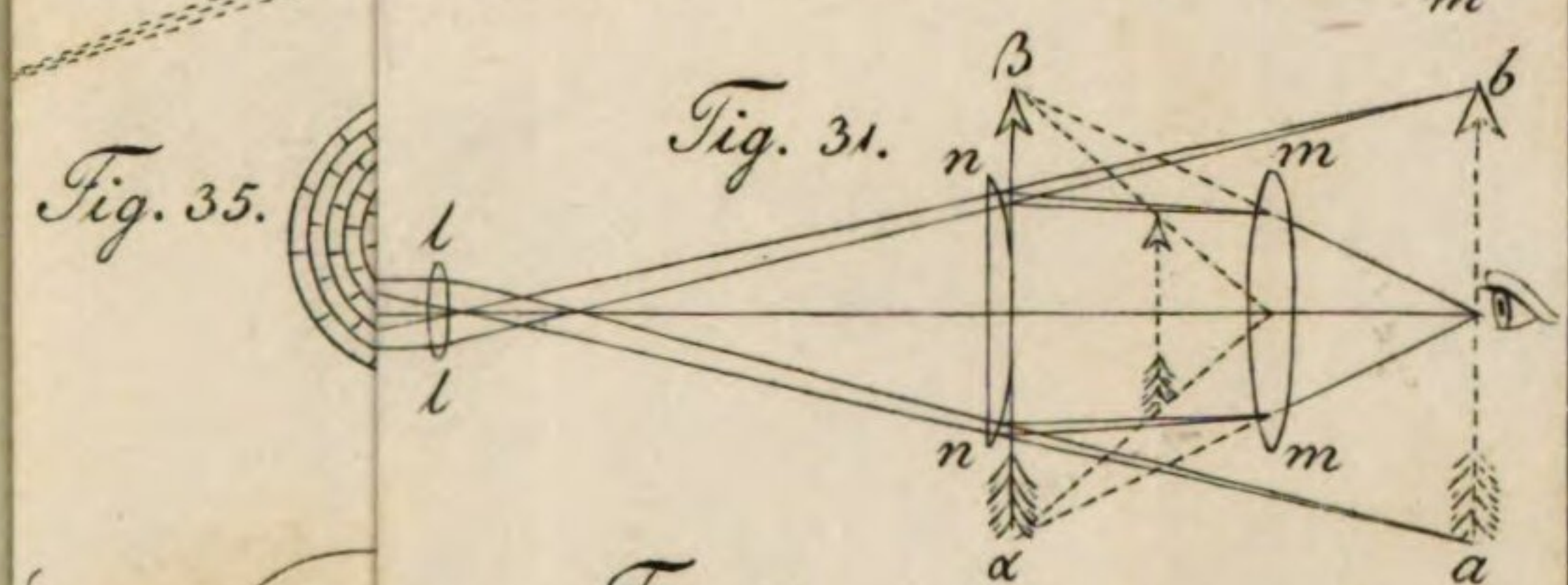
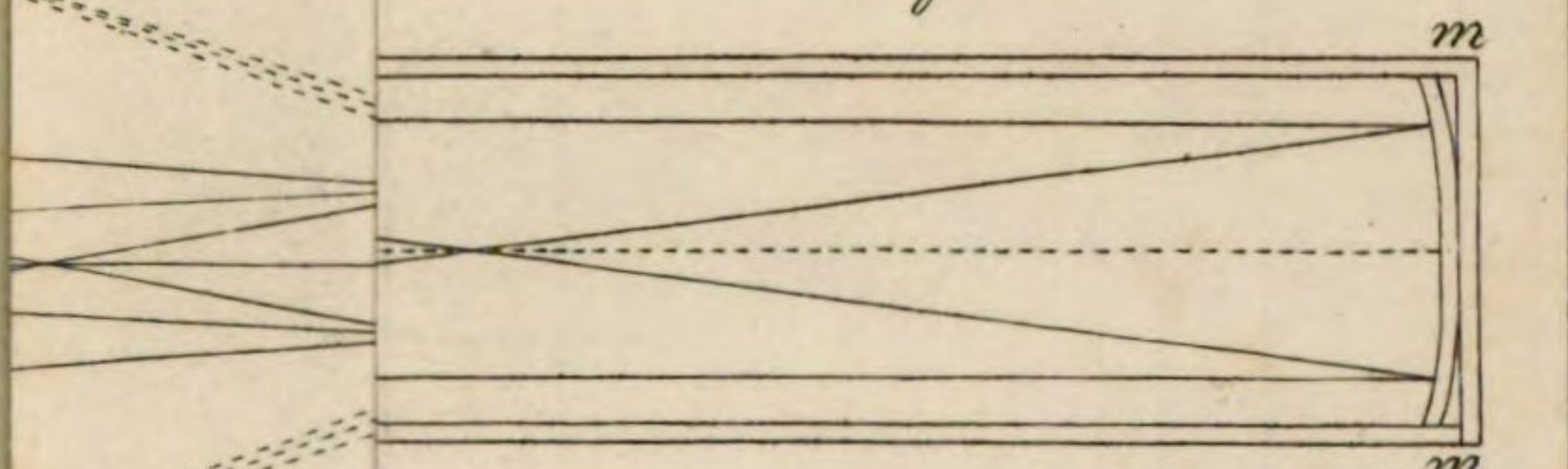
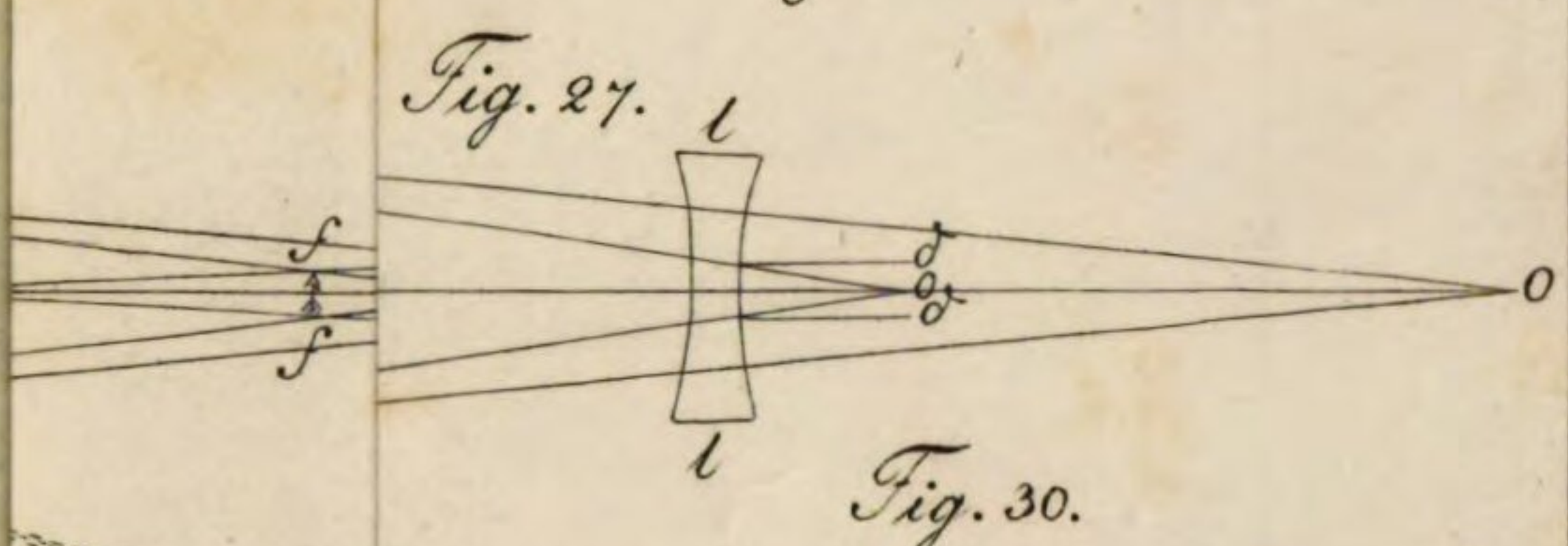
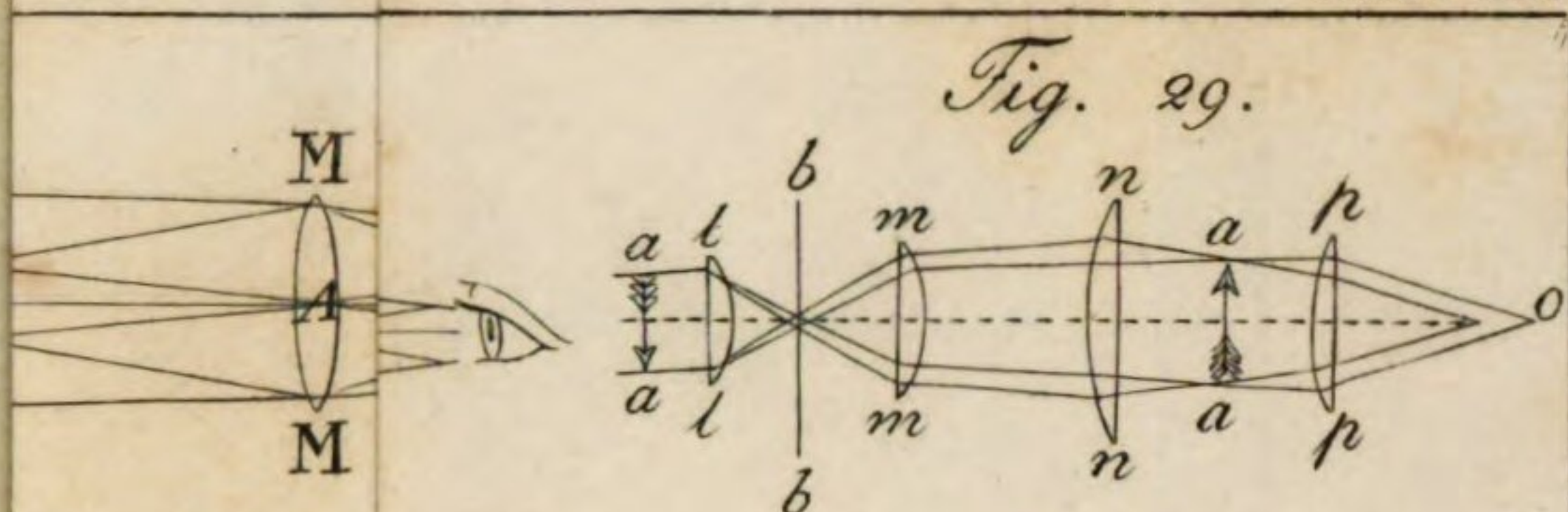


Fig. 17.





92..





Muncke, Georg Wilhelm, 1772-1847

Die ersten Elemente der gesammten Naturlehre zum Gebrauche für höhere
Schulen und Gymnasien

Heidelberg 1825

Phys.g. 304 r

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131610-0